PRESENTED

TO

THE UNIVERSITY OF TORONTO

BY

Dr. A. Müller

Berlin

P France. Longitudes. Bureau des
Almanac
F

ANNUAIRE

POUR L'AN 1838,

PRÉSENTÉ

AU ROI,

PAR

LE BUREAU DES LONGITUDES.

PRIX, 1 FRANC.

PARIS,

BACHELIER, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DU BUREAU DES LONGITUDES

ET DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,

Quai des Augustins, n° 55.

1837

Ouvrages qui se trouvent chez le même Libraire :

POISSON, Membre de l'Institut, etc. **TRAITÉ DE MÉCANIQUE**, 2e édition, considérablement augmentée, 2 forts vol. in-8o, ensemble de plus de 1500 pages, 1833, 18 fr.

—— **PHYSIQUE MATHÉMATIQUE.** NOUVELLE THÉORIE DE L'ACTION CAPILLAIRE, 1 vol. in-4o, 1831, 20 fr.

—— THÉORIE DE LA CHALEUR, 1 vol. in-4o, 1835; avec Supplément, 1837. 31 fr.

Le Supplément se vend séparément 6 fr.

—— RECHERCHES SUR LA PROBABILITÉ DES JUGEMENTS EN MATIÈRE CIVILE ET EN MATIÈRE CRIMINELLE, précédées des règles générales du calcul des Probabilités; 1 vol. in-4., 1837. 25 fr

PONTÉCOULANT (DE). **THÉORIE ANALYTIQUE DU SYSTÈME DU MONDE**, 3 vol. in-8o, 32 fr. 50 c.

Le tome 3e, 1835, et le Supplément, *se vendent séparément*, 12 fr.

Le Supplément seul, 2 fr. 50 c.

125'13
5/1/91

JOURNAL DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE, XXVe CAHIER, 1837. 7 fr.

AUG. COMTE, ancien Élève de l'École Polytechnique, Répétiteur d'Analyse et de Mécanique à ladite École. **COURS DE PHILOSOPHIE POSITIVE**, 4 vol. in-8o, 32 fr.

En vente :

Le Tome 1er, *Mathématiques;*
Le Tome 2e, *Astronomie, Physique,*
Le Tome 3e, *Chimie, Biologie;*
Le Tome 4e et dernier, fin de janvier 1838.

IMPRIMERIE DE BACHELIER,
rue du Jardinet, no 12.

AVERTISSEMENT.

Le calendrier de cet *Annuaire*, que le Bureau des Longitudes est chargé de rédiger chaque année, par l'article IX de son Règlement, a été formé en extrayant de la *Connaissance des Tems* les choses d'une utilité générale. On y a joint divers articles et des tables où l'on peut puiser les données et les renseignemens les plus usuels.

Les levers, les couchers et les passages au méridien, du Soleil, de la Lune et des planètes, et tous les phénomènes astronomiques, sont donnés en *tems moyen*.

SIGNES ET ABRÉVIATIONS

DONT ON SE SERT

DANS LE CALENDRIER.

Phases de la Lune et autres abréviations.

N. L. Nouvelle Lune.	H. Heures.
P. Q. Premier Quartier.	M. Minutes.
P. L. Pleine Lune.	S. Secondes.
D. Q. Dernier Quartier.	D. Degrés.

Signes du Zodiaque.

			deg.				deg.
0	♈	le Bélier.....	0	6	♎	la Balance....	180
1	♉	le Taureau....	30	7	♏	le Scorpion...	210
2	♊	les Gémeaux...	60	8	♐	le Sagittaire..	240
3	♋	le Cancer.....	90	9	♑	le Capricorne.	270
4	♌	le Lion.....	120	10	♒	le Verseau...	300
5	♍	la Vierge.....	150	11	♓	les Poissons...	330

☉ le Soleil.

Planètes.

☿ Mercure.	⚳ Cérès.
♀ Vénus.	⚴ Pallas.
♁ la Terre.	♃ Jupiter.
♂ Mars.	♄ Saturne.
⚶ Vesta.	♅ Uranus.
⚵ Junon.	

☾ la Lune, satellite de la Terre.

ARTICLES PRINCIPAUX
DU CALENDRIER POUR L'AN 1838.

Année 6551 de la période julienne.
2591 de la fondation de Rome, selon Varron.
2585 depuis l'ère de Nabonassar, fixée au mercredi 26 février de l'an 3967 de la période julienne, ou 747 ans avant J.-C., selon les chronologistes, et 746 suivant les astronomes.
2614 des Olympiades, ou la 2e année de la 654e Olympiade, commence en juillet 1838, en fixant l'ère des Olympiades 775 ans et demi avant J.-C., ou vers le 1er juillet de l'an 3938 de la période julienne.
1253 des Turcs commence le 7 avril 1837, et finit le 26 mars 1838, suivant l'usage de Constantinople, d'après l'*Art de vérifier les Dates*.

Comput ecclésiastique.

Nombre d'Or en 1838.	15
Épacte.....	IV
Cycle solaire.....	27
Indiction romaine...	11
Lettre dominicale...	G

Quatre-Tems.

Mars.....	7, 9 et 10
Juin.....	6, 8 et 9
Septembre.	19, 21 et 22
Décembre..	19, 21 et 22

Fêtes mobiles.

Septuagésime, 11 février.
Les Cendres, 28 février.
Pâques, 15 avril.
Les Rogations, 21, 22 et 23 mai.
Ascension, 24 mai.
Pentecôte, 3 juin.
La Trinité, 10 juin.
La Fête-Dieu, 14 juin.
1er dim. de l'Av., 2 déc.

Obliquité apparente de l'écliptique.

1er janvier 1838..... 23° 27′ 47″.

ÉCLIPSES DE 1838.

Le 25 mars, éclipse totale de Soleil, invisible à Paris.

Commenc. de l'éclipse générale, à tems moyen de Paris.	$7^h 43'$	du soir,
Commenc. de l'éclipse centrale.	8 54	
Fin de l'éclipse centrale.....	11 9	
Fin de l'éclipse gén. le 26 mars	0 12	matin.

Le 10 avril, éclipse partielle de Lune, visible à Paris.

Commenc. de l'éclipse à.....	$0^h 42'$ du mat.
Milieu.....	2 8
Fin de l'éclipse.....	3 34

Grandeur de l'éclipse égale à 7 doigts $\frac{1}{3}$.

Le 18 septembre, éclipse annulaire de Soleil invisible à Paris.

Commenc. de l'éclipse générale, à	$6^h 31'$ du soir.
Commenc. de l'éclipse centrale et annulaire.....	8 11
Fin de l'éclipse centr. et annul..	9 59
Fin de l'éclipse générale.....	11 39

Le 3 octobre, éclipse partielle de Lune, invisible à Paris.

Commenc. de l'éclipse.....	$1^h 20'$ du soir.
Milieu	2 50
Fin de l'éclipse.....	4 21

Grandeur de l'éclipse égale 11 doigts $\frac{1}{10}$.

Commencement des quatre Saisons, tems moyen.

PRINTEMS...	le 21 mars	à	1^h 27′	du matin.
ÉTÉ.....	le 21 juin	à	10 28	du soir.
AUTOMNE...	le 23 sept.	à	0 16	du soir.
HIVER.....	le 22 déc.	à	5 43	du matin.

Entrée du Soleil dans les signes du Zodiaque, tems moyen.

20 *janvier*,	dans le VERSEAU,	à	10^h41′	du mat.
19 *février*,	dans les POISSONS,	à	1 15	du matin.
21 *mars*,	dans le BÉLIER,	à	1 27	du matin.
20 *avril*,	dans le TAUREAU,	à	1 42	du soir.
21 *mai*,	dans les GÉMEAUX,	à	1 55	du soir.
21 *juin*,	dans le CANCER,	à	10 28	du soir.
23 *juillet*,	dans le LION,	à	9 20	du matin.
23 *août*,	dans la VIERGE,	à	3 45	du soir.
23 *septemb.*,	dans la BALANCE,	à	0 16	du soir.
23 *octobre*,	dans le SCORPION,	à	8 24	du soir.
22 *novemb.*,	dans le SAGITTAIRE,	à	4 57	du soir.
22 *décemb.*,	dans le CAPRICORNE,	à	5 43	du matin.

Jours du mois.	JANVIER.	LEVER du Soleil, tems moyen.	COUCH. du Soleil, tems moyen.	DÉCLIN. australe du Soleil à midi moyen.	TEMS moyen au midi vrai.	Age de la Lune
		H. M.	H. M.	D. M.	H. M. S.	
1	L. CIRCONCISION.	7.56	4.12	23. 2	0. 3.50	5
2	M. S. Basile, évêq.	7.56	4.13	22. 57	0. 4.19	6
3	M. Ste Geneviève.	7.56	4.14	22. 51	0. 4.47	7
4	J. S. Rigobert.	7.56	4.15	22. 45	0. 5.14	8
5	V. S. Siméon.	7.56	4.16	22. 39	0. 5.41	9
6	S. Les Rois.	7.55	4.17	22. 32	0. 6. 8	10
7	D. Ste Mélanie.	7.55	4.18	22. 24	0. 6.34	11
8	L. S. Lucien.	7.55	4.19	22. 16	0. 6.59	12
9	M. S. Pierre, évêq.	7.54	4.21	22. 8	0. 7.25	13
10	M. S. Paul, ermite.	7.54	4.22	21. 59	0. 7.49	14
11	J. S. Hygin, pape.	7.54	4.23	21. 50	0. 8.13	15
12	V. S. Arcade, mart.	7.53	4.24	21. 41	0. 8.36	16
13	S. Bapt. de J.-C.	7.52	4.26	21. 31	0. 8.59	17
14	D. S. Hilaire, évêq.	7.52	4.27	21. 20	0. 9.21	18
15	L. S. Maur, abbé.	7.51	4.29	21. 10	0. 9.43	19
16	M. S. Guillaume.	7.50	4.30	20. 58	0.10. 4	20
17	M. S. Antoine, ab.	7.50	4.32	20. 47	0.10.24	21
18	J. Ch. de S. Pierre.	7.49	4.33	20. 35	0.10.43	22
19	V. S. Sulpice, év.	7.48	4.35	20. 22	0.11. 2	23
20	S. S. Sébastien.	7.47	4.36	20. 10	0.11.20	24
21	D. Ste Agnès, vierg.	7.46	4.38	19. 56	0.11.37	25
22	L. S. Vincent.	7.45	4.39	19. 43	0.11.54	26
23	M. S. Ildefonse, év.	7.44	4.41	19. 29	0.12.10	27
24	M. S. Babylas, év.	7.43	4.42	19. 15	0.12.25	28
25	J. Conv. S. Paul.	7.42	4.44	19. 0	0.12.39	29
26	V. Ste Paule, veuv.	7.41	4.45	18. 45	0.12.52	1
27	S. S. Julien, évêq.	7.40	4.47	18. 30	0.13. 5	2
28	D. S. Charlemagne	7.38	4.49	18. 14	0.13.16	3
29	L. S. Franç. de S.	7.37	4.50	17. 58	0.13.27	4
30	M. Ste Bathilde.	7.36	4.52	17. 42	0.13.38	5
31	M. S. Pierre Nol.	7.35	4.54	17. 25	0.13.47	6

Les jours croissent, pendant ce mois, de 1h 6′.

Jours du mois.	PASSAGE de la Lune au méridien tems moyen.	LEVER de la Lune, tems moyen.	COUCHER de la Lune, tems moyen.
	H. M.	H. M.	H. M.
1	4. 44 Soir.	11. 11 Matin.	10. 32 Soir.
2	5. 32	11. 27	11. 53
3	6. 19	11. 43	— —
4	7. 6	11. 59	1. 12 Mat.
5	7. 55	0. 18 Soir.	2. 31
6	8. 46	0. 41	3. 50
7	9. 39	1. 11	5. 8
8	10. 34	1. 50	6. 19
9	11. 28	2. 41	7. 20
10	—	3. 42	8. 11
11	0. 21 Mat.	4. 50	8. 52
12	1. 11	6. 3	9. 22
13	1. 58	7. 12	9. 42
14	2. 41	8. 21	9. 56
15	3. 22	9. 28	10. 8
16	4. 1	10. 34	10. 20
17	4. 40	11. 42	10. 32
18	5. 20	—	10. 46
19	6. 2	0. 52 Mat.	11. 1
20	6. 48	2. 5	11. 20
21	7. 38	3. 24	11. 45
22	8. 34	4. 43	0. 19 Soir.
23	9. 34	5. 58	1. 8
24	10. 38	7. 3	2. 16
25	11. 42	7. 53	3. 38
26	0. 44 Soir.	8. 28	5. 10
27	1. 42	8. 55	6. 42
28	2. 35	9. 14	8. 10
29	3. 25	9. 31	9. 35
30	4. 14	9. 47	10. 58
31	5. 3	10. 4	—

Jours.	LEVER des Planètes, tems moyen.	COUCHER des Planètes, tems moyen.	PASSAGE des Planètes au mérid., tems moyen.
☿	MERCURE.		
	H. M.	H. M.	H. M.
1	9. 9 Matin.	5. 42 Soir.	1. 25 Soir.
11	8. 32	5. 47	1. 10
21	7. 11	4. 32	11. 51 M.
♀	VÉNUS.		
1	10. 16 Matin.	8. 20 Soir.	3. 17 Soir.
11	9. 48	8. 33	3. 11
21	9. 15	8. 40	2. 57
♂	MARS.		
1	8. 46 Matin.	5. 6 Soir.	0. 57 Soir.
11	8. 31	5. 10	0. 50
21	8. 13	5. 13	0. 44
♃	JUPITER.		
1	10. 6 Soir.	11. 8 Matin.	4. 39 Matin.
11	9. 26	10. 29	4. 0
21	8. 44	9. 49	3. 18
♄	SATURNE.		
1	4. 11 Matin.	1. 33 Soir.	8. 52 Matin.
11	3. 37	0. 56	8. 16
21	3. 1	0. 19	7. 40
♅	URANUS.		
1	10. 31 Matin.	9. 3 Soir.	3. 47 Soir.
11	9. 53	8. 26	3. 9
21	9. 19	7. 46	2. 32

P. Q. le 3, à 6h 52′ mat. | D. Q. le 19, à 0h 44′ mat.
P. L. le 10, à 7 29 soir. | N. L. le 26, à 2 1 mat.

Jours du mois.	FÉVRIER.	LEVER du Soleil, tems moy.	COUCH. du Soleil, tems moy.	DÉCLIN. australe du Soleil à midi moyen.	TEMS moyen au midi vrai.	Age de la Lune.
		H. M.	H. M.	D. M.	H. M. S.	
1	J. S. Ignace.	7.33	4.55	17. 8	0.13.55	7
2	V. PURIFICATION.	7.32	4.57	16. 51	0.14. 3	8
3	S. S. Blaise.	7.30	4.59	16. 34	0.14. 9	9
4	D. S. Philéas, év.	7.29	5. 0	16. 16	0.14.15	10
5	L. Ste Agathe, v.	7.27	5. 2	15. 58	0.14.20	11
6	M. S. Vast, év.	7.26	5. 4	15. 40	0.14.25	12
7	M. S. Romuald.	7.24	5. 5	15. 21	0.14.28	13
8	J. S. Jean de M.	7.23	5. 7	15. 2	0.14.31	14
9	V. Ste Apolline.	7.21	5. 8	14. 43	0.14.32	15
10	S. SteScholastique	7.20	5.10	14. 24	0.14.33	16
11	D. S. Severin.	7.18	5.12	14. 4	0.14.34	17
12	L. S. Mélèce.	7.16	5.13	13. 44	0.14.33	18
13	M. S. Lezin.	7.15	5.15	13. 24	0.14.32	19
14	M. S. Valentin.	7.13	5.17	13. 4	0.14.30	20
15	J. S. Faustin.	7.11	5.18	12. 43	0.14.27	21
16	V. S. Flavien.	7.10	5.20	12. 23	0.14.24	22
17	S. S. Théodule.	7. 8	5.22	12. 2	0.14.19	23
18	D. S. Siméon, év.	7. 6	5.23	11. 41	0.14.14	24
19	L. S. Boniface, év.	7. 4	5.25	11. 20	0.14. 9	25
20	M. S. Eleuthere.	7. 2	5.27	10. 58	0.14. 3	26
21	M. S. Pepin.	7. 0	5.28	10. 37	0.13.56	27
22	J. Ste Isabelle.	6.59	5.30	10. 15	0.13.48	28
23	V. S. Méraut.	6.57	5.31	9. 53	0.13.40	29
24	S. S. Robert, abbé	6.55	5.33	9. 31	0.13.32	30
25	D. S. Mathias.	6.53	5.35	9. 9	0.13.22	1
26	L. S. Victorin.	6.51	5.36	8. 46	0.13.12	2
27	M. S. Porphyre.	6.49	5.38	8. 24	0.13. 2	3
28	M. *Les Cendres.*	6.47	5.39	8. 1	0.12.51	4

Les jours croissent, pendant ce mois, de $1^h\ 34'$.

Jours du mois.	PASSAGE de la Lune au méridien tems moyen.	LEVER de la Lune, tems moyen.	COUCHER de la Lune, tems moyen.
	H. M.	H. M.	H. M.
1	5. 52 Soir.	10. 21 Matin.	0. 20 Matin.
2	6. 43	10. 45	1. 38
3	7. 35	11. 12	2. 58
4	8. 29	10. 48	4. 12
5	9. 24	0. 36 Soir.	5. 17
6	10. 17	1. 35	6. 10
7	11. 7	2. 43	6. 51
8	11. 54	3. 53	7. 22
9	——	5. 2	7. 46
10	0. 38 Matin.	6. 11	8. 2
11	1. 20	7. 18	8. 15
12	2. 0	8. 25	8. 28
13	2. 39	9. 32	8. 40
14	3. 18	10. 39	8. 52
15	3. 59	11. 50	9. 5
16	4. 42	——	9. 21
17	5. 29	1. 4 Matin.	9. 42
18	6. 20	2. 20	10. 10
19	7. 17	3. 37	10. 52
20	8. 17	4. 45	11. 50
21	9. 20	5. 42	1. 6 Soir.
22	10. 23	6. 25	2. 36
23	11. 23	6. 55	4. 6
24	0. 19 Soir.	7. 17	5. 37
25	1. 11	7. 34	7. 5
26	2. 2	7. 50	8. 31
27	2. 52	8. 6	9. 56
28	3. 44	8. 24	11. 20

Jours.	LEVER des Planètes, tems moyen.	COUCHER des Planètes, tems moyen.	PASSAGE des Planètes au mérid., tems moyen.
☿	MERCURE.		
	H. M.	H. M.	H. M.
1	6. 13 Matin.	3. 12 Soir.	10. 42 Matin.
11	6. 4	2. 52	10. 28
21	6. 8	3. 6	10. 37
♀	VÉNUS.		
1	8. 31 Matin.	8. 33 Soir.	2. 33 Soir.
11	7. 43	8. 12	1. 58
21	6. 50	7. 28	1. 9
♂	MARS.		
1	7. 52 Matin.	5. 18 Soir.	0. 35 Soir.
11	7. 30	5. 23	0. 27
21	7. 8	5. 28	0. 18
♃	JUPITER.		
1	7. 57 Soir.	9. 5 Matin.	2. 33 Matin.
11	7. 12	8. 24	1. 51
21	6. 25	7. 42	1. 7
♄	SATURNE.		
1	2. 21 Matin.	11. 38 Matin.	6. 59 Matin.
11	1. 45	11. 0	6. 22
21	1. 7	10. 22	5. 44
♅	URANUS.		
1	8. 32 Matin.	7. 10 Soir.	1. 51 Soir.
11	7. 53	6. 33	1. 13
21	7. 16	5. 57	0. 36

P. Q. le 1er, à 5h 43′ soir. | D. Q. le 17, à 5h 49′ soir.
P. L. le 9, à 2 2 soir. | N. L. le 24, à 0 18 soir.

Jours du mois.	MARS.	LEVER du Soleil, tems moy.	COUCH. du Soleil, tems moy.	DÉCLIN australe du Soleil à midi moyen.	TEMS moyen au midi vrai.	Age de la Lune.
		H. M.	H. M.	D. M.	H. M. S.	
1	J. S. Aubin, év.	6.45	5.41	7. 38	0.12.39	5
2	V. S. Simplice.	6.43	5.43	7. 16	0.12.27	6
3	S. Ste Cunégonde.	6.41	5.44	6. 53	0.12.14	7
4	D. S. Casimir.	6.39	5.46	6. 30	0.12. 1	8
5	L. S. Théophile.	6.37	5.47	6. 6	0.11.48	9
6	M. Ste Colette.	6.35	5.49	5. 43	0.11.34	10
7	M. S. Thomas d'A.	6.33	5.50	5. 20	0.11.19	11
8	J. S. Jean de Dieu	6.31	5.52	4. 57	0.11. 4	12
9	V. Ste Françoise.	6.29	5.54	4. 33	0.10.49	13
10	S. S. Droctovée.	6.27	5.55	4. 10	0.10.33	14
11	D. S. Euloge.	6.25	5.57	3. 46	0.10.18	15
12	L. S. Paul, év.	6.23	5.58	3. 23	0.10. 1	16
13	M. Ste Euphrasie.	6.20	6. 0	2. 59	0. 9.45	17
14	M. S. Lubin, év.	6.18	6. 1	2. 35	0. 9.28	18
15	J. S. Zacharie.	6.16	6. 3	2. 12	0. 9.11	19
16	V. S. Cyriaque.	6.14	6. 4	1. 48	0. 8.53	20
17	S. Ste Gertrude.	6.12	6. 6	1. 24	0. 8.36	21
18	D. S. Alexandre.	6.10	6. 7	1. 1	0. 8.18	22
19	L. S. Joseph.	6. 8	6. 9	0. 37	0. 8. 0	23
20	M. S. Joachim.	6. 6	6.10	0.A13	0. 7.42	24
21	M. S. Benoît, patri.	6. 4	6.12	0.B10	0. 7.24	25
22	J. S. Léonce.	6. 2	6.13	0. 34	0. 7. 6	26
23	V. S. Victorien.	5.59	6.15	0. 58	0. 6.47	27
24	S. S. Simon, m.	5.57	6.16	1. 21	0. 6.29	28
25	D. ANNONCIATION.	5.55	6.18	1. 45	0. 6.11	29
26	L. S. Ludger, év.	5.53	6.19	2. 9	0. 5.52	1
27	M. S. Rupert.	5.51	6.21	2. 32	0. 5.34	2
28	M. S. Gontran, R.	5.49	6.22	2. 56	0. 5.15	3
29	J. S. Eustase.	5.47	6.24	3. 19	0. 4.57	4
30	V. S. Rieul.	5.45	6.25	3. 42	0. 4.38	5
31	S. Ste Balbine.	5.43	6.27	4. 6	0. 4.20	6

Les jours croissent, pendant ce mois, de 1^h 52′.

Jours du mois.	PASSAGE de la Lune au méridien tems moyen.	LEVER de la Lune, tems moyen.	COUCHER de la Lune, tems moyen.
	H. M.	H. M.	H. M.
1	4. Soir. 36	8. Matin. 46	—
2	5. 29	9. 12	0. Matin. 43
3	6. 24	9. 46	2. 1
4	7. 20	10. 31	3. 11
5	8. 13	11. 26	4. 8
6	9. 4	0. Soir. 30	4. 51
7	9. 52	1. 39	5. 24
8	10. 37	2. 50	5. 48
9	11. 19	3. 59	6. 6
10	11. 59	5. 7	6. 21
11	—	6. 15	6. 35
12	0. Matin. 38	7. 21	6. 48
13	1. 18	8. 3[illegible]	7. 1
14	1. 58	9. 41	7. 14
15	2. 40	10. 55	7. 29
16	3. 26	—	7. 48
17	4. 15	0. Matin. 9	8. 13
18	5. 8	1. 25	8. 47
19	6. 5	2. 33	9. 35
20	7. 5	3. 32	10. 41
21	8. 6	4. 18	0. Soir. 1
22	9. 5	4. 51	1. 28
23	10. 1	5. 16	2. 59
24	10. 54	5. 36	4. 28
25	11. 46	5. 53	5. 56
26	0. Soir. 37	6. 10	7. 24
27	1. 29	6. 27	8. 51
28	2. 22	6. 47	10. 18
29	3. 17	7. 11	11. 41
30	4. 13	7. 42	—
31	5. 10	8. 23	0. Mat. 57

Jours.	LEVER des Planètes, tems moyen.	COUCHER des Planètes, tems moyen.	PASSAGE des Planètes au mérid., tems moyen.
☿	MERCURE.		
	H. M.	H. M.	H. M.
1	6. Matin. 9	3. Soir. 32	10. Matin. 52
11	6. Matin. 7	4. 18	11. 14
21	5. 59	5. 17	11. 40
♀	VÉNUS.		
1	6. Matin. 6	6. Soir. 38	0. S. 22
11	5. 16	5. 27	11. Mat. 21
21	4. 37	4. 23	11. 30
♂	MARS.		
1	6. Matin. 48	5. Soir. 32	0. Soir. 10
11	6. 24	5. 35	0. 0
21	5. 58	5. 37	11. M. 49
♃	JUPITER.		
1	5. Soir. 48	7. Matin. 9	0. M. 32
11	5. 1	6. 27	11. Soir. 44
21	4. 16	5. 46	10. 59
♄	SATURNE.		
1	0. M. 36	9. Matin. 52	5. Matin. 14
11	11. Soir. 53	9. 13	4. 35
21	11. 13	8. 33	3. 55
♅	URANUS.		
1	6. Matin. 45	5. Soir. 28	0. S. 7
11	6. 7	4. 52	11. Mat. 28
21	5. 29	4. 16	11. 52

P. Q. le 3, à 6h 44′ mat. | D.Q. le 19, à 6h 40′ mat.
P. L. le 11, à 8 49 mat. | N. L. le 25, à 9 54 soir.

Jours du mois.	AVRIL.	LEVER du Soleil, tems moy.	COUCH. du Soleil, tems moy.	DÉCLIN. boréale du Soleil à midi moyen.	TEMS moyen au midi vrai.	Age de la Lune.
		H. M.	H. M.	D. M.	H. M. S.	
1	D. S. Hugues, év.	5.40	6.28	4. 29	0. 4. 2	7
2	L. S. Franç. de P.	5.38	6.30	4. 52	0. 3.43	8
3	M. S. Richard.	5.36	6.31	5. 15	0. 3.25	9
4	M. S. Ambroise.	5.34	6.33	5. 38	0. 3. 7	10
5	J. S. Vincent.	5.32	6.34	6. 1	0. 2.49	11
6	V. S. Guillaume.	5.30	6.36	6. 23	0. 2.32	12
7	S. S. Hégésippe.	5.28	6.37	6. 46	0. 2.14	13
8	D. S. Edèse.	5.26	6.39	7. 9	0. 1.57	14
9	L. Ste Marie, ég.	5.24	6.40	7. 31	0. 1.40	15
10	M. S. Macaire.	5.22	6.42	7. 53	0. 1.23	16
11	M. S. Léon, pape.	5.20	6.43	8. 15	0. 1. 7	17
12	J. S. Jules, pape.	5.18	6.45	8. 37	0. 0.50	18
13	V. S. Marcellin.	5.16	6.46	8. 59	0. 0.34	19
14	S. S. Tiburce.	5.14	6.47	9. 21	0. 0.19	20
15	D. PAQUES.	5.12	6.49	9. 42	0. 0. 4	21
16	L. S. Fructueux.	5.10	6.50	10. 4	11.59.49	22
17	M. S. Anicet, pape.	5. 8	6.52	10. 25	11.59.34	23
18	M. S. Parfait, prêt.	5. 6	6.53	10. 46	11.59.20	24
19	J. S. Elpheg.	5. 4	6.55	11. 7	11.59. 6	25
20	V. Ste Hildegonde.	5. 2	6.56	11. 28	11.58.53	26
21	S. S. Anselme.	5. 0	6.58	11. 48	11.58.40	27
22	D. Ste Opportune.	4.58	6.59	12. 8	11.58.28	28
23	L. S. Georges, m.	4.57	7. 1	12. 28	11.58.16	29
24	M. Ste Beuve.	4.55	7. 2	12. 48	11.58. 5	1
25	M. S. Marc, évang.	4.53	7. 4	13. 8	11.57.54	2
26	J. S. Clet, pape.	4.51	7. 5	13. 28	11.57.43	3
27	V. S. Polycarpe.	4.49	7. 7	13. 47	11.57.33	4
28	S. S. Vital, mart.	4.47	7. 8	14. 6	11.57.23	5
29	D. S. Robert, abb.	4.46	7.10	14. 25	11.57.14	6
30	L. S. Eutrope.	4.44	7.11	14. 43	11.57. 6	7

Les jours croissent, pendant ce mois, de 1^h 43′.

Jours du mois.	PASSAGE de la Lune au méridien tems moyen.	LEVER de la Lune, tems moyen.	COUCHER de la Lune, tems moyen.
	H. M.	H. M.	H. M.
1	6. 6 Soir.	9. 16 Mat.	2. 1 Matin.
2	6. 59	10. 20	2. 50
3	7. 48	11. 27	3. 27
4	8. 35	0. 38 Soir.	3. 54
5	9. 18	1. 49	4. 15
6	9. 58	2. 57	4. 31
7	10. 38	4. 4	4. 44
8	11. 17	5. 12	4. 57
9	11. 57	6. 20	5. 9
10	——	7. 31	5. 21
11	0. 39 Matin.	8. 43	5. 36
12	1. 23	9. 59	5. 54
13	2. 12	11. 15	6. 15
14	3. 4	——	6. 48
15	3. 58	0. 25 Matin.	7. 30
16	4. 56	1. 26	8. 28
17	5. 55	2. 14	9. 42
18	6. 53	2. 52	11. 4
19	7. 48	3. 16	0. 30 Soir.
20	8. 41	3. 38	1. 58
21	9. 32	3. 56	3. 24
22	10. 22	4. 12	4. 50
23	11. 12	4. 28	6. 16
24	0. 4 Soir.	4. 46	7. 42
25	0. 59	5. 8	9. 9
26	1. 55	5. 36	10. 31
27	2. 54	6. 13	11. 45
28	3. 52	7. 1	——
29	4. 48	8. 2	0. 41 Mat.
30	5. 42	9. 11	1. 24

Jours.	LEVER des Planètes, tems moyen.	COUCHER des Planètes, tems moyen.	PASSAGE des Planètes au mérid., tems moyen.
☿	MERCURE.		
	H. M.	H. M.	H. M.
1	5. 50 Matin.	6. 39 Soir.	0. 15 Soir.
11	5. 41	7. 59	0. 50
21	5. 29	8. 58	1. 13
♀	VÉNUS.		
1	4. 8 Matin.	3. 35 Soir.	9. 50 Matin.
11	3. 48	3. 11	9. 29
21	3. 30	3. 1	9. 15
♂	MARS.		
1	5. 31 Matin.	5. 41 Soir.	11. 37 Matin.
11	5. 5	5. 45	11. 26
21	4. 40	5. 48	11. 15
♃	JUPITER.		
1	3. 27 Soir.	5. 1 Matin.	10. 11 Soir.
11	2. 42	4. 19	9. 29
21	2. 0	3. 38	8. 47
♄	SATURNE.		
1	10. 28 Soir.	7. 49 Matin.	3. 10 Matin.
11	9. 46	7. 8	2. 29
21	9. 3	6. 27	1. 47
♅	URANUS.		
1	4. 47 Matin.	3. 35 Soir.	10. 11 Matin.
11	4. 8	2. 59	9. 34
21	3. 30	2. 22	8. 55

P. Q. le 1er, à 9h 42′ soir. | D. Q. le 17, à 3h 39′ soir.
P. L. le 10, à 2 16 mat. | N. L. le 24, à 7 10 mat.

Jours du mois.	MAI.	LEVER du Soleil, tems moy.	COUCH. du Soleil, tems moy.	DÉCLIN. boréale du Soleil à midi moyen.	TEMS moyen au midi vrai.	Age de la Lune.
		H. M.	H. M.	D. M.	H. M. S.	
1	M. S. PHILIPPE.	4.42	7.12	15. 2	11.56.58	8
2	M. S. Athanase.	4.40	7.14	15. 20	11.56.50	9
3	J. Inv. Ste Croix.	4.39	7.15	15. 37	11.56.43	10
4	V. Ste Monique.	4.37	7.17	15. 55	11.56.37	11
5	S. Conv. S. Aug.	4.36	7.18	16. 12	11.56.31	12
6	D. S. Jean P. L.	4.34	7.20	16. 29	11.56.26	13
7	L. S. Stanislas.	4.32	7.21	16. 46	11.56.21	14
8	M. S. Désiré, év.	4.31	7.22	17. 3	11.56.17	15
9	M. S. Grégoire.	4.29	7.24	17. 19	11.56.13	16
10	J. S. Gordien.	4.28	7.25	17. 35	11.56.10	17
11	V. S. Mamert.	4.26	7.27	17. 50	11.56. 7	18
12	S. S. Epiphane.	4.25	7.28	18. 6	11.56. 5	19
13	D. S. Servais.	4.23	7.29	18. 21	11.56. 4	20
14	L. S. Boniface.	4.22	7.31	18. 35	11.56. 3	21
15	M. S. Isidore.	4.21	7.32	18. 50	11.56. 3	22
16	M. S. Honoré.	4.19	7.34	19. 4	11.56. 4	23
17	J. S. Paschal.	4.18	7.35	19. 18	11.56. 5	24
18	V. S. Eric, roi.	4.17	7.36	19. 31	11.56. 6	25
19	S. S. Yves.	4.16	7.37	19. 44	11.56. 8	26
20	D. S. Bernardin.	4.14	7.39	19. 57	11.56.11	27
21	L. S. Hospice.	4.13	7.40	20. 9	11.56.14	28
22	M. Ste Julie.	4.12	7.41	20. 21	11.56.18	29
23	M. S. Didier, év.	4.11	7.42	20. 33	11.56.23	30
24	J. ASCENSION.	4.10	7.43	20. 44	11.56.28	1
25	V. S. Urbain.	4. 9	7.44	20. 55	11.56.33	2
26	S. S. Zacharie.	4. 8	7.46	21. 6	11.56.39	3
27	D. S. Hildevert.	4. 7	7.47	21. 16	11.56.45	4
28	L. S. Germain, év.	4. 6	7.48	21. 26	11.56.52	5
29	M. S. Maxime.	4. 5	7.49	21. 36	11.57. 0	6
30	M. S. Félix.	4. 5	7.50	21. 45	11.57. 7	7
31	J. Ste Pétronille.	4. 4	7.51	21. 54	11.57.16	8

Les jours croissent, pendant ce mois, de 1^h 19′.

Jours du mois.	PASSAGE de la Lune au méridien tems moyen.	LEVER de la Lune, tems moyen.	COUCHER de la Lune, tems moyen.
	H. M.	H. M.	H. M.
1	6. 29 Soir.	10. 23 Mat.	1. 56 Matin.
2	7. 14	11. 34	2. 18
3	7. 56	0. 43 Soir.	2. 37
4	8. 36	1. 52	2. 52
5	9. 15	3. 0	3. 5
6	9. 54	4. 7	3. 17
7	10. 36	5. 17	3. 29
8	11. 21	6. 30	3. 44
9	——	7. 45	4. 1
10	0. 7 Matin.	9. 2	4. 21
11	0. 59	10. 16	4. 50
12	1. 54	11. 22	5. 30
13	2. 53	——	6. 24
14	3. 52	0. 15 Mat.	7. 34
15	4. 51	0. 55	8. 55
16	5. 46	1. 24	10. 19
17	6. 38	1. 46	11. 43
18	7. 28	2. 3	1. 7 Soir.
19	8. 16	2. 19	2. 30
20	9. 4	2. 34	3. 53
21	9. 54	2. 51	5. 17
22	10. 47	3. 11	6. 43
23	11. 42	3. 36	8. 7
24	0. 40 Soir.	4. 9	9. 24
25	1. 38	4. 51	10. 24
26	2. 37	5. 47	11. 19
27	3. 31	6. 54	11. 54
28	4. 21	8. 5	——
29	5. 8	9. 18	0. 21 Matin.
30	5. 51	10. 29	0. 41
31	6. 33	11. 39	0. 57

Jours.	LEVER des Planètes, tems moyen.	COUCHER des Planètes, tems moyen.	PASSAGE des Planètes au mérid., tems moyen.
☿	MERCURE.		
	H. M.	H. M.	H. M.
1	5. 13 Matin.	9. 7 Soir.	1. 10 Soir.
11	4. 46	8. 19	0. 32
21	4. 10	7. 1	11. 34 M.
♀	VÉNUS.		
1	3. 13 Matin.	3. 1 Soir.	9. 7 Matin.
11	2. 57	3. 8	9. 3
21	2. 40	3. 20	9. 0
♂	MARS.		
1	4. 15 Matin.	5. 50 Soir.	11. 4 Matin.
11	3. 50	5. 53	10. 53
21	3. 27	5. 55	10. 42
♃	JUPITER.		
1	1. 19 Soir.	2. 58 Matin.	8. 7 Soir.
11	0. 40	2. 18	7. 27
21	0. 4	1. 40	6. 49
♄	SATURNE.		
1	8. 20 Soir.	5. 46 Matin.	1 Mat. 5
11	7. 37	5. 5	0. 23
21	6. 54	4. 24	11 S. 37
♅	URANUS.		
1	2. 51 Matin.	1. 44 Soir.	8. 18 Matin.
11	2. 12	1. 7	7. 40
21	1. 33	0. 29	7. 2

P. Q. le 1er, à 2h 14′ soir.
P. L. le 9, à 5 7 soir.
D. Q. le 16, à 9 51 soir.
N. L. le 23, à 4h 32′ soir.
P. Q. le 31, à 7 44 mat.

Jours du mois.	JUIN.	LEVER du Soleil, tems moy.	COUCH. du Soleil, tems moy.	DÉCLIN. boréale du Soleil à midi moyen.	TEMS moyen au midi vrai.	Age de la Lune.
		H. M.	H. M.	D. M.	H. M. S.	
1	V. S. Pamphile.	4. 3	7.52	22. 2	11.57.24	9
2	S. S. Pothin.	4. 3	7.53	22. 11	11.57.33	10
3	D. PENTECOTE.	4. 2	7.54	22. 18	11.57.42	11
4	L. S. Optat, év.	4. 1	7.55	22. 25	11.57.52	12
5	M. S. Boniface, arc.	4. 1	7.56	22. 32	11.58. 2	13
6	M. S. Claude.	4. 0	7.57	22. 39	11.58.13	14
7	J. S. Robert, abbé.	4. 0	7.57	22. 45	11.58.23	15
8	V. S. Médard.	3.59	7.58	22. 51	11.58.34	16
9	S. S. Vincent.	3.59	7.59	22. 56	11.58.46	17
10	D. *La Trinité.*	3.58	8. 0	23. 1	11.58.57	18
11	L. S. Barnabé, ap.	3.58	8. 0	23. 5	11.59. 9	19
12	M. S. Basilide.	3.58	8. 1	23. 9	11.59.21	20
13	M. S. Antoine de P.	3.58	8. 1	23. 13	11.59.33	21
14	J. FÊTE-DIEU.	3.58	8. 2	23. 16	11.59.46	22
15	V. S. Modeste.	3.58	8. 2	23. 19	11.59.58	23
16	S. S. Fargeau.	3.58	8. 3	23. 22	0. 0.11	24
17	D. S. Avit.	3.58	8. 3	23. 24	0. 0.24	25
18	L. S. Amand.	3.58	8. 4	23. 25	0. 0.37	26
19	M. S. Gerv. S. Pr.	3.58	8. 4	23. 27	0. 0.50	27
20	M. S. Silvère.	3.58	8. 4	23. 27	0. 1. 3	28
21	J. S. Leufroi.	3.58	8. 5	23. 28	0. 1.16	29
22	V. S. Paulin, év.	3.58	8. 5	23. 28	0. 1.29	1
23	S. S. Lanfran.	3.58	8. 5	23. 27	0. 1.42	2
24	D. Nat. S. Jean-B.	3.59	8. 5	23. 26	0. 1.55	3
25	L. S. Prosper.	3.59	8. 5	23. 25	0. 2. 8	4
26	M. S. Babolein.	3.59	8. 5	23. 23	0. 2.21	5
27	M. S. Crescent.	4. 0	8. 5	23. 21	0. 2.33	6
28	J. S. Irénée.	4. 0	8. 5	23. 19	0. 2.46	7
29	V. S. Pierre, ap.	4. 1	8. 5	23. 16	0. 2.58	8
30	S. Com. de S. Paul.	4. 1	8. 5	23. 13	0. 3.10	9

Les jours croissent, pendant ce mois, de 18′ jusqu'au 21, et décroissent de 4′ jusqu'au 1er juillet.

Jours du mois.	PASSAGE de la Lune au méridien tems moyen.	LEVER de la Lune, tems moyen.	COUCHER de la Lune, tems moyen.
	H. M.	H. M.	H. M.
1	7. 11 Soir.	0. 45 Soir.	1. 11 Matin.
2	7. 50	1. 52	1. 23
3	8. 31	3. 1	1. 35
4	9. 13	4. 12	1. 48
5	10. 0	5. 25	2. 4
6	10. 50	6. 43	2. 24
7	11. 45	8. 0	2. 48
8	—	9. 11	3. 26
9	0. 44 Mat.	10. 10	4. 16
10	1. 45	10. 54	5. 23
11	2. 44	11. 27	6. 41
12	3. 41	11. 50	8. 6
13	4. 35	—	9. 32
14	5. 25	0. 9 Mat.	10. 54
15	6. 13	0. 25	0. 16 Soir.
16	7. 1	0. 41	1. 38
17	7. 49	0. 57	3. 0
18	8. 39	1. 15	4. 23
19	9. 32	1. 37	5. 46
20	10. 28	2. 5	7. 5
21	11. 26	2. 44	8. 15
22	0. 24 Soir.	3. 35	9. 11
23	1. 20	4. 37	9. 52
24	2. 13	5. 48	10. 22
25	3. 1	7. 0	10. 44
26	3. 46	8. 13	11. 2
27	4. 27	9. 23	11. 17
28	5. 7	10. 31	11. 29
29	5. 46	11. 38	11. 41
30	6. 25	0. 45 Soir.	11. 53

Jours.	LEVER des Planètes, tems moyen.	COUCHER des Planètes, tems moyen.	PASSAGE des Planètes au mérid., tems moyen.
☿	MERCURE.		
	H. M.	H. M.	H. M.
1	3. 31 Matin.	5. 57 Soir.	10. 44 Matin.
11	3. 5	5. 44	10. 25
21	2. 53	6. 11	10. 33
♀	VÉNUS.		
1	2. 22 Matin.	3. 38 Soir.	9. 0 Matin.
11	2. 7	3. 56	9. 2
21	1. 54	4. 17	9. 6
♂	MARS.		
1	3. 3 Matin.	5. 56 Soir.	10. 29 Matin.
11	2. 42	5. 56	10. 20
21	2. 23	5. 56	10. 9
♃	JUPITER.		
1	11. 27 Matin.	0. 57 Mat.	6. 9 Soir.
11	10. 53	0. 19	5. 33
21	10. 20	11. 40 Soir.	4. 58
♄	SATURNE.		
1	6. 7 Soir.	3. 38 Matin.	10. 51 Soir.
11	5. 24	2. 57	10. 9
21	4. 42	2. 16	9. 27
♅	URANUS.		
1	0. 50 Mat.	11. 47 Matin.	6. 19 Matin.
11	0. 8	11. 8	5. 40
21	11. 28 Soir.	10. 29	5. 0

P. L. le 8, à 5h 0′ mat. | N. L. le 22, à 2h 43′ mat.
D. Q. le 15, à 2 40 mat. | P. Q. le 30, à 1 22 mat.

Jours du mois.	JUILLET.	LEVER du Soleil, tems moy.	COUCH. du Soleil, tems moy.	DÉCLIN. boréale du Soleil à midi moyen.	TEMS moyen au midi vrai.	Age de la Lune.
		H. M.	H. M.	D. M.	H. M. S.	
1	D. S. Thierri.	4. 2	8. 5	23. 9	0. 3.22	10
2	L. Vis. de la Vier.	4. 2	8. 4	23. 5	0. 3.33	11
3	M. S. Anatole, év.	4. 3	8. 4	23. 0	0. 3.45	12
4	M. Tr. de S. Mart.	4. 4	8. 4	22. 55	0. 3.56	13
5	J. Ste Zoé, mart.	4. 5	8. 3	22. 50	0. 4. 6	14
6	V. S. Tranquillin.	4. 5	8. 3	22. 44	0. 4.16	15
7	S. Ste Aubierge.	4. 6	8. 2	22. 38	0. 4.26	16
8	D. Ste Elisabeth.	4. 7	8. 2	22. 32	0. 4.36	17
9	L. S. Cyrille.	4. 8	8. 1	22. 25	0. 4.45	18
10	M. Ste Félicité.	4. 9	8. 1	22. 17	0. 4.54	19
11	M. Tr. S. Benoît.	4.10	8. 0	22. 10	0. 5. 2	20
12	J. S. Gualbert.	4.11	7.59	22. 2	0. 5.10	21
13	V. S. Turiaf, évê.	4.11	7.59	21. 53	0. 5.18	22
14	S. S. Bonaventure	4.12	7.58	21. 44	0. 5.25	23
15	D. S. Henri, emp.	4.13	7.57	21. 35	0. 5.32	24
16	L. S. Eustathe, év.	4.15	7.56	21. 26	0. 5.38	25
17	M. S. Alexis.	4.16	7.55	21. 16	0. 5.44	26
18	M. S. Arnoul.	4.17	7.54	21. 6	0. 5.49	27
19	J. S. Vincent de P	4.18	7.53	20. 55	0. 5.53	28
20	V. Ste Marguerite.	4.19	7.52	20. 44	0. 5.57	29
21	S. S. Victor, m.	4.20	7.51	20. 33	0. 6. 1	30
22	D. Ste Marie Mad.	4.21	7.50	20. 21	0. 6. 4	1
23	L. S. Apollinaire.	4.23	7.49	20. 9	0. 6. 6	2
24	M. Ste Christine.	4.24	7.48	19. 57	0. 6. 8	3
25	M. S. Jacques le m.	4.25	7.47	19. 44	0. 6. 9	4
26	J. T. de S. Marcel	4.26	7.45	19. 31	0. 6.10	5
27	V. S. Pantaléon.	4.28	7.44	19. 17	0. 6.10	6
28	S. Ste Anne.	4.29	7.43	19. 4	0. 6.10	7
29	D. Ste Marthe.	4.30	7.42	18. 50	0. 6. 8	8
30	L. S. Rufin.	4.31	7.40	18. 35	0. 6. 7	9
31	M. S. Germain.	4.33	7.39	18. 21	0. 6. 4	10

Les jours décroissent, pendant ce mois, de 0^h 58′.

Jours du mois.	PASSAGE de la Lune au méridien tems moyen.	LEVER de la Lune, tems moyen.	COUCHER de la Lune, tems moyen.
	H. M.	H. M.	H. M.
1	7. 7 Soir.	1. 53 Soir.	—
2	7. 50	3. 4	0. 8 Matin.
3	8. 39	4. 21	0. 25
4	9. 32	5. 38	0. 48
5	10. 29	6. 51	1. 19
6	11. 30	7. 56	2. 3
7	—	8. 48	3. 4
8	0. 32 Matin.	9. 26	4. 21
9	1. 31	9. 54	5. 47
10	2. 28	10. 15	7. 15
11	3. 21	10. 31	8. 41
12	4. 10	10. 46	10. 4
13	4. 58	11. 3	11. 26
14	5. 47	11. 21	0. 49 Soir.
15	6. 36	11. 42	2. 11
16	7. 28	—	3. 32
17	8. 21	0. 8 Matin.	4. 52
18	9. 17	0. 42	6. 6
19	10. 15	1. 29	7. 7
20	11. 11	2. 27	7. 52
21	0. 5 Soir.	3. 33	8. 24
22	0. 55	4. 45	8. 48
23	1. 41	5. 58	9. 7
24	2. 24	7. 10	9. 22
25	3. 4	8. 18	9. 35
26	3. 43	9. 25	9. 48
27	4. 22	10. 31	10. 0
28	5. 2	11. 39	10. 13
29	5. 44	0. 48 Soir.	10. 29
30	6. 29	2. 1	10. 48
31	7. 19	3. 16	11. 14

Jours.	LEVER des Planètes, tems moyen.	COUCHER des Planètes, tems moyen.	PASSAGE des Planètes au mérid., tems moyen.
☿	MERCURE.		
	H. M.	H. M.	H. M.
1	3. 6 Matin.	7. 6 Soir.	11. 6 M.
11	3. 52	8. 4	0. 3 Soir.
21	5. 4	8. 30	0. 47
♀	VÉNUS.		
1	1. 44 Matin.	4. 38 Soir.	9. 10 Matin.
11	1. 38	5. 0	9. 19
21	1. 38	5. 20	9. 28
♂	MARS.		
1	2. 6 Matin.	5. 54 Soir.	10. 0 Matin.
11	1. 50	5. 51	9. 51
21	1. 37	5. 45	9. 41
♃	JUPITER.		
1	9. 45 Matin.	11. 2 Soir.	4. 23 Soir.
11	9. 14	10. 26	3. 50
21	8. 44	9. 50	3. 16
♄	SATURNE.		
1	4. 1 Soir.	1. 35 Matin	8. 46 Soir.
11	3. 21	0. 56	8. 6
21	2. 41	0. 16	7. 26
♅	URANUS.		
1	10. 48 Soir.	9. 48 Matin.	4. 20 Matin.
11	10. 9	9. 9	3. 41
21	9. 30	8. 29	3. 2

P. L. le 7, à 2h 28′ soir. | N. L. le 21, à 2h 31′ soir.
D. Q. le 14, à 7 29 mat. | P. Q. le 29, à 6 4 soir.

Jours du mois.	AOUT.	LEVER du Soleil, tems moy.	COUCH. du Soleil, tems moy.	DÉCLIN. boréale du Soleil à midi moyen.	TEMS moyen au midi vrai.	Age de la Lune.
		H. M.	H. M.	D. M.	H. M. S.	
1	M. Ste Sophie.	4.34	7.37	18. 6	0. 6. 1	11
2	J. S. Etienne, p.	4.35	7.36	17. 51	0. 5.57	12
3	V. Inv. S. Etienne.	4.37	7.34	17. 35	0. 5.53	13
4	S. S. Dominique.	4.38	7.33	17. 20	0. 5.48	14
5	D. S. Yon.	4.39	7.31	17. 4	0. 5.43	15
6	L. Transf. de N. S.	4.41	7.30	16. 47	0. 5.37	16
7	M. S. Gaétan.	4.42	7.28	16. 31	0. 5.30	17
8	M. S. Justin, m.	4.43	7.27	16. 14	0. 5.23	18
9	J. S. Romain.	4.45	7.25	15. 57	0. 5.15	19
10	V. S. Laurent.	4.46	7.23	15. 39	0. 5. 7	20
11	S. Sus. Ste Cour.	4.48	7.21	15. 22	0. 4.58	21
12	D. Ste Claire, v.	4.49	7.20	15. 4	0. 4.48	22
13	L. S. Hippolyte.	4.50	7.18	14. 46	0. 4.38	23
14	M. S. Eusèbe.	4.52	7.16	14. 27	0. 4.28	24
15	M. ASSOMPTION	4.53	7.14	14. 9	0. 4.17	25
16	J. S. Roch, conf.	4.55	7.13	13. 50	0. 4. 5	26
17	V. S. Mammes.	4.56	7.11	13. 31	0. 3.53	27
18	S. Ste Hélène.	4.57	7. 9	13. 11	0. 3.40	28
19	D. S. Louis, évêq.	4.59	7. 7	12. 52	0. 3.27	29
20	L. S. Bernard, ab.	5. 0	7. 5	12. 32	0. 3.14	1
21	M. S. Privat.	5. 2	7. 3	12. 12	0. 2.59	2
22	M. S. Symphorien.	5. 3	7. 1	12. 52	0. 2.45	3
23	J. S. Sidoine, év.	5. 4	7. 0	11. 32	0. 2.30	4
24	V. S. Barthélemy.	5. 6	6.58	11. 12	0. 2.14	5
25	S. S. Louis, roi.	5. 7	6.56	10. 51	0. 1.59	6
26	D. S. Zéphirin, p.	5. 9	6.54	10. 30	0. 1.42	7
27	L. S. Césaire.	5.10	6.52	10. 9	0. 1.26	8
28	M. S. Augustin.	5.12	6.50	9. 48	0. 1. 8	9
29	M. S. Médéric, ab.	5.13	6.48	9. 27	0. 0.51	10
30	J. S. Fiacre.	5.14	6.46	9. 6	0. 0.33	11
31	V. S. Ovide.	5.16	6.44	8. 44	0. 0.15	12

Les jours décroissent, pendant ce mois, de 1^h 38′.

Jours du mois.	PASSAGE de la Lune au méridien tems moyen.	LEVER de la Lune, tems moyen.	COUCHER de la Lune, tems moyen.
	H. M.	H. M.	H. M.
1	8. Soir 13	4. Soir 31	11. Soir 50
2	9. 12	5. 39	——
3	10. 13	6. 37	0. Mat 44
4	11. 15	7. 22	1. 54
5	——	7. 54	3. 16
6	0. Matin 14	8. 18	4. 45
7	1. 10	8. 37	6. 15
8	2. 3	8. 53	7. 43
9	2. 53	9. 8	9. 9
10	3. 42	9. 25	10. 33
11	4. 33	9. 45	11. 58
12	5. 24	10. 10	1. Soir 21
13	6. 17	10. 40	2. 42
14	7. 13	11. 24	3. 57
15	8. 10	——	5. 1
16	9. 6	0. Matin 20	5. 50
17	10. 0	1. 25	6. 26
18	10. 51	2. 36	6. 53
19	11. 38	3. 47	7. 13
20	0. Soir 21	4. 58	7. 29
21	1. 2	6. 7	7. 43
22	1. 41	7. 13	7. 55
23	2. 20	8. 19	8. 6
24	2. 59	9. 27	8. 19
25	3. 40	10. 35	8. 33
26	4. 23	11. 46	8. 50
27	5. 10	0. Soir 59	9. 13
28	6. 2	2. 12	9. 44
29	6. 57	3. 22	10. 28
30	7. 56	4. 24	11. 28
31	8. 56	5. 13	——

Jours.	LEVER des Planètes, tems moyen.	COUCHER des Planètes, tems moyen.	PASSAGE des Planètes au mérid., tems moyen.
☿	MERCURE.		
	H. M.	H. M.	H. M.
1	6. Matin 15	8. Soir 29	1. Soir 22
11	7. 5	8. 13	1. 38
21	7. 37	7. 45	1. 41
♀	VÉNUS.		
1	1. Matin 45	5. Soir 36	9. Soir 39
11	1. 59	5. 46	9. 52
21	2. 18	5. 50	10. 4
♂	MARS.		
1	1. Matin 24	5. Soir 36	9. Matin 30
11	1. 14	5. 25	9. 20
21	1. 6	5. 10	9. 8
♃	JUPITER.		
1	8. Matin 12	9. Soir 10	2. Soir 41
11	7. 43	8. 35	2. 9
21	7. 14	7. 58	1. 37
♄	SATURNE.		
1	1. Soir 57	11. Soir 28	6. Soir 43
11	1. 19	10. 49	6. 4
21	0. 42	10. 10	5. 26
♅	URANUS.		
1	8. Soir 46	7. Matin 44	2. Matin 17
11	8. 7	7. 2	1. 36
21	7. 27	6. 20	0. 56

P. L. le 5, à 10h 35′ soir. | N. L. le 20, à 4h 36′ mat.
D. Q. le 12, à 1 38 soir. | P. Q. le 28, à 9 4 mat.

Jours du mois.	SEPTEMBRE.	LEVER du Soleil, tems moy.	COUCH. du Soleil, tems moy.	DÉCLIN. boréale du Soleil à midi moyen.	TEMS moyen au midi vrai.	Age de la Lune.
		H. M.	H. M.	D. M.	H. M. S.	
1	S. S. Lazare.	5.17	6.42	8. 22	11.59.56	13
2	D. S. Antonin.	5.19	6.40	8. 0	11.59.37	14
3	L. S. Ambroise.	5.20	6.38	7. 39	11.59.18	15
4	M. Ste Rosalie.	5.21	6.36	7. 16	11.58.59	16
5	M. S. Bertin, ab.	5.23	6.33	6. 54	11.58.39	17
6	J. S. Eleuthère, pa.	5.24	6.31	6. 32	11.58.19	18
7	V. S. Cloud, pr.	5.26	6.29	6. 9	11.57.59	19
8	S. Nat. de la Vier.	5.27	6.27	5. 47	11.57.39	20
9	D. S. Omer, évêq.	5.29	6.25	5. 24	11.57.19	21
10	L. S. Nicolas To.	5.30	6.23	5. 2	11.56.58	22
11	M. S. Hyacinthe.	5.31	6.21	4. 39	11.56.37	23
12	M. S. Raphael.	5.33	6.19	4. 16	11.56.17	24
13	J. S. Maurille.	5.34	6.17	3. 53	11.55.56	25
14	V. Exalt. Ste Croix	5.36	6.15	3. 30	11.55.35	26
15	S. S. Nicomède.	5.37	6.12	3. 7	11.55.14	27
16	D. Ste Euphémie.	5.39	6.10	2. 44	11.54.53	28
17	L. S. Lambert.	5.40	6. 8	2. 20	11.54.32	29
18	M. S. Jean Chrys.	5.41	6. 6	1. 57	11.54.11	30
19	M. S. Janvier.	5.43	6. 4	1. 34	11.53.50	1
20	J. S. Eustache.	5.44	6. 2	1. 10	11.53.29	2
21	V. S. Mathieu. ap.	5.46	6. 0	0. 47	11.53. 8	3
22	S. S. Maurice.	5.47	5.57	0. 24	11.52.47	4
23	D. Ste Thècle.	5.49	5.55	0.B 0	11.52.26	5
24	L. S. Andoche.	5.50	5.53	0.A23	11.52. 6	6
25	M. S. Firmin, év.	5.52	5.51	0. 47	11.51.45	7
26	M. Ste Justine.	5.53	5.49	1. 10	11.51.25	8
27	J. S. Cosme, S. D.	5.54	5.47	1. 33	11.51. 5	9
28	V. S. Céran, évêq.	5.56	5.45	1. 57	11.50.45	10
29	S. S. Michel, arc.	5.57	5.43	2. 20	11.50.25	11
30	D. S. Jérôme, prêt.	5.59	5.40	2. 44	11.50. 5	12

Les jours décroissent, pendant ce mois, de 1^h 47′.

Jours du mois.	PASSAGE de la Lune au méridien tems moyen.	LEVER de la Lune, tems moyen.	COUCHER de la Lune, tems moyen.
	H. M.	H. M.	H. M.
1	9. 56 Soir.	5. 51 Soir.	0. 44 Matin.
2	10. 53	6. 16	2. 11
3	11. 47	6. 37	3. 41
4	—	6. 56	5. 11
5	0. 40 M.	7. 12	6. 40
6	1. 31 Matin.	7. 29	8. 9
7	2. 23	7. 49	9. 37
8	3. 16	8. 12	11. 3
9	4. 10	8. 42	0. 28 Soir.
10	5. 7	9. 22	1. 47
11	6. 5	10. 12	2. 56
12	7. 2	11. 13	3. 50
13	7. 56	—	4. 30
14	8. 47	0. 22 Mat.	4. 59
15	9. 36	1. 35	5. 20
16	10. 20	2. 48	5. 36
17	11. 1	3. 57	5. 50
18	11. 41	5. 4	6. 3
19	0. 19 Soir.	6. 10	6. 15
20	0. 58	7. 17	6. 27
21	1. 38	8. 25	6. 41
22	2. 21	9. 35	6. 56
23	3. 6	10. 46	7. 16
24	3. 55	11. 59	7. 44
25	4. 48	1. 10 Soir.	8. 22
26	5. 44	2. 14	9. 14
27	6. 42	3. 6	10. 21
28	7. 40	3. 46	11. 41
29	8. 37	4. 17	—
30	9. 32	4. 41	1. 7 M.

Jours.	LEVER des Planètes, tems moyen.	COUCHER des Planètes, tems moyen.	PASSAGE des Planètes au mérid., tems moyen.
☿	MERCURE.		
	H. M.	H. M.	H. M.
1	7. 45 Matin.	7. 9 Soir.	1. 26 Soir.
11	7. 4	6. 25	0. 44
21	5. 33	5. 37	11. 35 M.
♀	VÉNUS.		
1	2. 45 Matin.	5. 47 Soir.	10. 16 Matin.
11	3. 11	5. 39	10. 25
21	3. 39	5. 28	10. 34
♂	MARS.		
1	0. 58 Matin.	4. 53 Soir.	8. 56 Matin.
11	0. 51	4. 34	8. 43
21	0. 45	4. 13	8. 29
♃	JUPITER.		
1	6. 44 Matin.	7. 19 Soir.	1. 2 Soir.
11	6. 16	6. 44	0. 30
21	5. 47	6. 8	11. 59 M.
♄	SATURNE.		
1	0. 2 S. Mat.	9. 28 Soir.	4. 45 Soir.
11	11. 26	8. 50	4. 8
21	10. 50	8. 13	3. 32
♅	URANUS.		
1	6. 43 Soir.	5. 36 Matin.	0. 6 M.
11	6. 2	4. 54	11. 26 Soir.
21	5. 22	4. 12	10. 45

P. L. le 4, à 6h 27′ mat. | N. L. le 18, à 8h 54′ soir.
D. Q. le 10, à 10 19 soir. | P. Q. le 26, à 10 3 soir.

Jours du mois.	OCTOBRE.	LEVER du Soleil, tems moy.	COUCH. du Soleil, tems moy.	DÉCLIN. australe du Soleil à midi moyen.	TEMS moyen au midi vrai.	Age de la Lune.
		H. M.	H. M.	D. M.	H. M. S.	
1	L. S. Rémi, év.	6. 0	5.38	3. 7	11.49.46	13
2	M. SS. Anges gar.	6. 2	5.36	3. 30	11.49.27	14
3	M. S. Denis l'aré.	6. 3	5.34	3. 54	11.49. 8	15
4	J. S. Franç. d'As.	6. 5	5.32	4. 17	11.48.50	16
5	V. Ste Aure, ab.	6. 6	5.30	4. 40	11.48.32	17
6	S. S. Bruno, inst.	6. 8	5.28	5. 3	11.48.14	18
7	D. Ste Julie.	6. 9	5.26	5. 26	11.47.57	19
8	L. Ste Brigitte.	6.11	5.24	5. 49	11.47.40	20
9	M. S. Denis, év.	6.12	5.22	6. 12	11.47.23	21
10	M. S. Paulin, év.	6.14	5.20	6. 35	11.47. 7	22
11	J. SS. Nicaise, etc.	6.15	5.18	6. 58	11.46.52	23
12	V. S. Wilfrid.	6.17	5.16	7. 20	11.46.37	24
13	S. S. Géraud, c.	6.18	5.14	7. 43	11.46.22	25
14	D. S. Caliste, pape	6.20	5.12	8. 5	11.46. 9	26
15	L. Ste Thérèse.	6.21	5.10	8. 28	11.45.55	27
16	M. S. Gal, év.	6.23	5. 8	8. 50	11.45.42	28
17	M. S. Florent.	6.24	5. 6	9. 12	11.45.30	29
18	J. S. Luc, évang.	6.26	5. 4	9. 34	11.45.18	30
19	V. S. Savinien.	6.27	5. 2	9. 56	11.45. 7	1
20	S. S. Caprais.	6.29	5. 0	10. 18	11.44.57	2
21	D. Ste Ursule.	6.31	4.58	10. 39	11.44.47	3
22	L. S. Mellon, év.	6.32	4.56	11. 0	11.44.38	4
23	M. S. Hilarion.	6.34	4.54	11. 22	11.44.30	5
24	M. S. Magloire.	6.35	4.53	11. 43	11.44.22	6
25	J. SS. Crép. et C.	6.37	4.51	12. 3	11.44.15	7
26	V. S. Evariste.	6.38	4.49	12. 24	11.44. 8	8
27	S. S. Frumence.	6.40	4.47	12. 45	11.44. 3	9
28	D. S. Simon.	6.42	4.45	13. 5	11.43.58	10
29	L. S. Narcisse.	6.43	4.44	13. 25	11.43.53	11
30	M. S. Lucain.	6.45	4.42	13. 45	11.43.50	12
31	M. S. Quentin.	6.46	4.40	14. 4	11.43.47	13

Les jours décroissent, pendant ce mois, de $1^h\ 47'$.

Jours du mois.	PASSAGE de la Lune au méridien tems moyen.	LEVER de la Lune, tems moyen.	COUCHER de la Lune, tems moyen.
	H. M.	H. M.	H. M.
1	10. 24 Soir.	4. 59 Soir.	2. 36 Matin.
2	11. 16	5. 16	4. 4
3	——	5. 31	5. 33
4	0. 8 Mat.	5. 48	7. 3
5	1. 1	6. 10	8. 33
6	1. 56	6. 38	10. 2
7	2. 54	7. 14	11. 27
8	3. 53	8. 5	0. 42 Soir.
9	4. 53	9. 3	1. 44
10	5. 50	10. 10	2. 30
11	6. 43	11. 22	3. 2
12	7. 33	——	3. 26
13	8. 18	0. 34	3. 43
14	9. 0	1. 46	3. 58
15	9. 41	2. 56 Matin.	4. 12
16	10. 20	4. 2	4. 24
17	10. 58	5. 8	4. 36
18	11. 38	6. 16	4. 48
19	0. 19 Soir.	7. 24	5. 3
20	1. 4	8. 36	5. 23
21	1. 52	9. 50	5. 48
22	2. 43	11. 2	6. 20
23	3. 38	0. 7 Soir.	7. 7
24	4. 35	1. 3	8. 11
25	5. 32	1. 46	9. 24
26	6. 27	2. 18	10. 44
27	7. 20	2. 43	——
28	8. 11	3. 2	0. 9 Matin.
29	9. 2	3. 19	1. 34
30	9. 52	3. 35	3. 0
31	10. 44	3. 52	4. 26

Jours.	LEVER des Planètes, tems moyen.	COUCHER des Planètes, tems moyen	PASSAGE des Planètes au mérid. tems moyen.
☿	MERCURE.		
	H. M.	H. M.	H. M.
1	4. 27 Matin.	5. 13 Soir.	10. 49 Matin.
11	4. 40	5. 2	10. 51
21	5. 32	4. 53	11. 13
♀	VÉNUS.		
1	4. 8 Matin.	5. 13 Soir.	10. 42 Matin.
11	4. 37	4. 58	10. 47
21	5. 6	4. 41	10. 53
♂	MARS.		
1	0. 38 Matin.	3. 50 Soir.	8. 14 Matin.
11	0. 30	3. 27	7. 59
21	0. 24	3. 1	7. 43
♃	JUPITER.		
1	5. 20 Matin.	5. 33 Soir.	11. 26 Matin.
11	4. 52	4. 56	10. 54
21	4. 24	4. 21	10. 22
♄	SATURNE.		
1	10. 15 Matin.	7. 35 Soir.	2. 56 Soir.
11	9. 41	6. 59	2. 20
21	9. 8	6. 22	1. 45
♅	URANUS.		
1	4. 42 Soir.	3. 32 Matin.	10. 5 Soir.
11	4. 2	2. 50	9. 24
21	3. 22	2. 9	8. 44

P. L. le 3, à 2^h 56′ soir. | N. L. le 18, à 2^h 34′ soir.
D. Q. le 10, à 10 34 mat. | P. Q. le 26, à 9 8 mat.

Jours du mois.	NOVEMBRE.	LEVER du Soleil, tems moy.	COUCH. du Soleil, tems moy.	DÉCLIN. australe du Soleil à midi moyen.	TEMS moyen au midi moyen.	Age de la Lune.
		H. M.	H. M.	D. M.	H. M. S.	
1	J. TOUSSAINT.	6.48	4.39	14. 24	11.43.45	14
2	V. Les Trépassés.	6.50	4.37	14. 43	11.43.44	15
3	S. S. Marcel, év.	6.51	4.35	15. 2	11.43.44	16
4	D. S. Charles, év.	6.53	4.34	15. 21	11.43.44	17
5	L. Ste Bertille.	6.54	4.32	15. 39	11.43.46	18
6	M. S. Léonard.	6.56	4.31	15. 57	11.43.48	19
7	M. S. Willebrod.	6.58	4.29	16. 15	11.43.51	20
8	J. Stes Reliques.	6.59	4.28	16. 33	11.43.55	21
9	V. S. Mathurin.	7. 1	4.26	16. 50	11.43.59	22
10	S. S. Léon le Gr.	7. 3	4.25	17. 7	11.44. 5	23
11	D. S. Martin, év.	7. 4	4.23	17. 24	11.44.11	24
12	L. S. René.	7. 6	4.22	17. 41	11.44.19	25
13	M. S. Brice, év.	7. 7	4.21	17. 57	11.44.27	26
14	M. S. Bertrand.	7. 9	4.19	18. 13	11.44.36	27
15	J. S. Eugène.	7.10	4.18	18. 28	11.44.46	28
16	V. S. Edme, arch.	7.12	4.17	18. 43	11.44.57	29
17	S. S. Agnan, év.	7.14	4.16	18. 58	11.45. 8	1
18	D. S. Odon.	7.15	4.15	19. 13	11.45.21	2
19	L. Ste Elisabeth.	7.17	4.14	19. 27	11.45.34	3
20	M. S. Edmond, r.	7.18	4.13	19. 41	11.45.48	4
21	M. Présent. Vierg.	7.20	4.12	19. 54	11.46. 3	5
22	J. Ste Cécile.	7.21	4.11	20. 8	11.46.18	6
23	V. S. Clément.	7.23	4.10	20. 20	11.46.35	7
24	S. S. Séverin.	7.24	4. 9	20. 33	11.46.52	8
25	D. Ste Catherine.	7.26	4. 8	20. 45	11.47.10	9
26	L. Ste Gen. des Ar.	7.27	4. 7	20. 56	11.47.29	10
27	M. S. Maxime.	7.28	4. 7	21. 8	11.47.48	11
28	M. S. Sosthènes.	7.30	4. 6	21. 18	11.48. 8	12
29	J. S. Saturnin.	7.31	4. 5	21. 29	11.48.29	13
30	V. S. André, ap.	7.33	4. 5	21. 39	11.48.50	14

Les jours décroissent, pendant ce mois, de $1^h 21'$.

Jours du mois.	PASSAGE de la Lune au méridien tems moyen	LEVER de la Lune, tems moyen.	COUCHER de la Lune, tems moyen.
	H. M.	H. M.	H. M.
1	11. Soir 38	4. Soir 11	5. Matin 55
2	——	4. 36	7. 28
3	0. Mat. 36	5. 8	8. 55
4	1. 36	5. 51	10. 19
5	2. 37	6. 48	11. 30
6	3. 37	7. 56	0. Soir 22
7	4. 34	9. 8	1. 0
8	5. 26	10. 22	1. 29
9	6. 14	11. 34	1. 50
10	6. 58	——	2. 6
11	7. 39	0. Matin 44	2. 19
12	8. 18	1. 51	2. 32
13	8. 57	2. 57	2. 44
14	9. 36	4. 4	2. 55
15	10. 16	5. 11	3. 9
16	11. 0	6. 22	3. 27
17	11. 48	7. 36	3. 50
18	0. Soir 40	8. 51	4. 23
19	1. 34	10. 0	5. 6
20	2. 30	10. 59	6. 3
21	3. 27	11. 45	7. 14
22	4. 22	0. Soir 20	8. 32
23	5. 15	0. 46	9. 54
24	6. 5	1. 6	11. 17
25	6. 54	1. 23	——
26	7. 43	1. 39	0. Matin 39
27	8. 32	1. 56	2. 2
28	9. 23	2. 13	3. 26
29	10. 18	2. 34	4. 53
30	11. 16	3. 3	6. 23

Jours.	LEVER des Planètes, tems moyen.	COUCHER des Planètes, tems moyen.	PASSAGE des Planètes au mérid., tems moyen.
☿	MERCURE.		
	H. M.	H. M.	H. M.
1	6. Matin 34	4. Soir 41	11. Mat. 31
11	7. 29	4. 32	11. 59
21	8. 19	4. 31	0. Soir 26
♀	VÉNUS.		
1	5. Matin 38	4. Soir 24	11. Matin 1
11	6. 9	4. 11	11. 10
21	6. 39	4. 0	11. 20
♂	MARS.		
1	0. Mat. 14	2. Soir 32	7. Matin 23
11	0. 3	2. 5	7. 4
21	11. Soir 52	1. 35	6. 44
♃	JUPITER.		
1	3. Matin 53	3. Soir 41	9. Matin 47
11	3. 24	3. 5	9. 16
21	2. 54	2. 31	8. 43
♄	SATURNE.		
1	8. Matin 31	5. Soir 42	1. Soir 6
11	7. 57	5. 6	0. 31
21	7. 24	4. 30	11. M. 56
♅	URANUS.		
1	2. Soir 38	1. Matin 25	8. Soir 0
11	1. 59	0. 45	7. 20
21	1. 20	0. 3	6. 40

P. L. le 2, à 0^h 34′ mat. | N. L. le 17, à 8^h 11′ mat.
D. Q. le 9, à 2 58 mat. | P. Q. le 24, à 6 42 soir.

Jours du mois.	DÉCEMBRE.	LEVER du Soleil, tems moy.	COUCH. du Soleil, tems moy.	DÉCLIN. australe du Soleil à midi moyen.	TEMS moyen au midi vrai.	Age de la Lune.
		H. M.	H. M.	D. M.	H. M. S.	
1	S. S. Éloi, évêq.	7.34	4. 4	21. 48	11.49.12	15
2	D. S. Franç. Xav.	7.35	4. 4	21. 58	11.49.35	16
3	L. S. Fulgence, év.	7.36	4. 3	22. 6	11.49.59	17
4	M. Ste Barbe.	7.38	4. 3	22. 15	11.50.23	18
5	M. S. Sabas, abbé.	7.39	4. 2	22. 23	11.50.47	19
6	J. S. Nicolas, év.	7.40	4. 2	22. 30	11.51.12	20
7	V. Ste Fare, vierge	7.41	4. 2	22. 37	11.51.38	21
8	S. La Conception.	7.42	4. 1	22. 44	11.52. 4	22
9	D. Ste Gorgonie.	7.43	4. 1	22. 50	11.52.31	23
10	L. Ste Valère, v.	7.44	4. 1	22. 55	11.52.58	24
11	M. S. Fuscien.	7.45	4. 1	23. 1	11.53.26	25
12	M. S Damase, pap.	7.46	4. 1	23. 6	11.53.54	26
13	J. Ste Luce, v. m.	7.47	4. 1	23. 10	11.54.22	27
14	V. S. Nicaise, arc.	7.48	4. 1	23. 14	11.54.51	28
15	S. S. Mesmin.	7.49	4. 1	23. 17	11.55.20	29
16	D. Ste Adélaïde.	7.50	4. 2	23. 20	11.55.49	30
17	L. Ste Olympiade.	7.51	4. 2	23. 22	11.56.19	1
18	M. S. Gatien, év.	7.51	4. 2	23. 24	11.56.48	2
19	M. S. Timoléon.	7.52	4. 2	23. 26	11.57.18	3
20	J. S. Philogone.	7.53	4. 3	23. 27	11.57.48	4
21	V. S. Thomas, ap.	7.53	4. 3	23. 28	11.58.18	5
22	S. S. Ischiron.	7.54	4. 4	23. 28	11.58.48	6
23	D. Ste Victoire.	7.54	4. 4	23. 27	11.59.18	7
24	L. S. Dauphin.	7.55	4. 5	23. 27	11.59.48	8
25	M. NOEL.	7.55	4. 6	23. 25	0. 0.18	9
26	M. S. Etienne, m.	7.55	4. 6	23. 24	0. 0.48	10
27	J. S. Jean, év.	7.56	4. 7	23. 21	0. 1.18	11
28	V. SS. Innocens.	7.56	4. 8	23. 19	0. 1.47	12
29	S. S. Thomas de C.	7.56	4. 9	23. 15	0. 2.17	13
30	D. Ste Colombe.	7.56	4.10	23. 12	0. 2.46	14
31	L. S. Sylvestre.	7.56	4.10	23. 8	0. 3.15	15

Les jours décroissent, pendant ce mois, de 20′ jusqu'au 22, et croissent ensuite de 4′ jusqu'au 1er janvier.

Jours du mois.	PASSAGE de la Lune au méridien tems moyen.	LEVER de la Lune, tems moyen.	COUCHER de la Lune, tems moyen.
	H. M.	H. M.	H. M.
1	——	3. 39 Soir.	7. 49 Matin.
2	0. 17 Matin.	4. 29	9. 4
3	1. 19	5. 32	10. 9
4	2. 18	6. 45	10. 55
5	3. 14	8. 1	11. 28
6	4. 5	9. 16	11. 51
7	4. 51	10. 28	0. 10 Soir.
8	5. 34	11. 37	0. 25
9	6. 14	——	0. 37
10	6. 53	0. 43 M.	0. 49
11	7. 32	1. 50 Matin.	1. 2
12	8. 13	2. 59	1. 16
13	8. 56	4. 9	1. 32
14	9. 41	5. 21	1. 52
15	10. 30	6. 32	2. 19
16	11. 24	7. 44	2. 59
17	0. 22 Soir.	8. 50	3. 56
18	1. 21	9. 44	5. 4
19	2. 18	10. 23	6. 21
20	3. 12	10. 51	7. 43
21	4. 3	11. 12	9. 6
22	4. 52	11. 30	10. 28
23	5. 40	11. 46	11. 50
24	6. 27	0. 1 Soir.	——
25	7. 16	0. 17	1. 10 M.
26	8. 7	0. 36	2. 33 Matin.
27	9. 2	1. 1	3. 59
28	10. 1	1. 34	5. 25
29	11. 2	2. 17	6. 45
30	——	3. 12	7. 54
31	0. 2 M.	4. 20	8. 46

Jours.	LEVER des Planètes, tems moyen.	COUCHER des Planètes, tems moyen.	PASSAGE des Planètes au mérid., tems moyen.
☿	MERCURE.		
	H. M.	H. M.	H. M.
1	9. 0 Matin.	4. 44 Soir.	0. 52 Soir.
11	9. 24	5. 9	1. 16
21	9. 16	5. 30	1. 23
♀	VÉNUS.		
1	7. 9 Matin.	3. 55 Soir.	11. 32 Mat.
11	7. 36	3. 56	11. 46
21	7. 58	4. 3	0. 2 S.
♂	MARS.		
1	11. 37 Soir.	1. 6 Soir.	6. 22 Matin.
11	11. 22	0. 36	6. 0
21	11. 3	0. 5	5. 35
♃	JUPITER.		
1	2. 24 Matin.	1. 55 Soir.	8. 9 Matin.
11	1. 54	1. 18	7. 36
21	1. 21	0. 41	7. 1
♄	SATURNE.		
1	6. 51 Matin.	3. 54 Soir.	11. 23 Matin.
11	6. 18	3. 18	10. 48
21	5. 44	2. 42	10. 13
♅	URANUS.		
1	0. 40 Soir.	11. 23 Soir.	6. 2 Soir.
11	0. 1	10. 45	5. 23
21	11. 22 M.	10. 7	4. 45

P. L. le 1er, à 11h 44′ mat.
D. Q. le 8, à 11 6 soir.
N. L. le 17, à 0h 32′ mat.
P. Q. le 24, à 3 16 mat.
P. L. le 31, à 0 45 mat.

Sur les plus grandes Marées de chaque année.

L'annonce des grandes marées intéresse les travaux et les mouvements des ports; elle est encore utile pour prévenir, autant qu'il est possible, les accidents qui résultent des inondations qu'elles produisent. L'état actuel des sciences rend cette annonce facile, puisque nous sommes parvenus à connaître la cause et les lois de ces phénomènes. On sait que cette cause réside dans le Soleil et dans la Lune : le Soleil par son attraction sur la mer, l'élève et l'abaisse deux fois dans un jour, en sorte que le flux et le reflux solaires se renouvellent à chaque intervalle d'un demi-jour solaire. Pareillement le flux et le reflux produits par l'attraction de la Lune, se renouvellent à chaque intervalle d'un demi-jour lunaire. Ces deux marées partielles se combinent sans se nuire, comme on voit, sur la surface d'un bassin légèrement agité, les ondes se disposer les unes au-dessus des autres, sans altérer mutuellement leurs mouvements et leurs figures. C'est de la combinaison de ces marées que résultent les marées observées dans nos ports; la différence de leurs périodes produit donc les phénomènes les plus remarquables du flux et du reflux de la mer. Lorsque les deux marées coïncident, la marée composée est à son maximum; elle est alors la somme des deux marées partielles;

et c'est ce qui a lieu vers les pleines et nouvelles Lunes ou vers les syzygies. Lorsque la plus grande hauteur de la marée lunaire coïncide avec le plus grand abaissement de la marée solaire, la marée composée est à son minimum; elle est alors la différence des deux marées partielles : et c'est ce qui a lieu vers les quadratures. On voit ainsi que la marée totale varie avec les phases de la Lune : mais ce n'est point aux instants mêmes de la nouvelle ou pleine Lune et de la quadrature, que répondent les plus grandes et les plus petites marées; l'observation a fait connaître que ces marées, dans nos ports, suivent d'un jour et demi les instants de ces phases.

Les plus grandes marées vers les nouvelles ou pleines Lunes, ne sont pas égales; il existe entre elles des différences qui dépendent des distances du Soleil et de la Lune à la Terre, et de leurs déclinaisons. Le principe de la pesanteur universelle, comparé aux observations, nous montre, 1° que chaque marée partielle augmente comme le cube du diamètre apparent ou de la parallaxe de l'astre qui la cause; 2° qu'elle diminue comme le carré du cosinus de la déclinaison de cet astre; 3° que dans les moyennes distances du Soleil et de la Lune à la Terre, la marée lunaire est trois fois plus grande que la marée solaire.

C'est d'après ces données que la Table suivante a été calculée.

TABLE

Des plus grandes Marées de l'année 1838;

PAR M. LARGETEAU.

Le Soleil et la Lune, par leur attraction sur la mer, occasionent des marées qui se combinent ensemble, et qui produisent les marées que nous observons. La marée composée est très grande vers les syzygies, ou les nouvelles et pleines Lunes. Alors elle est la somme des marées partielles qui coïncident. Les marées des syzygies ne sont pas toutes également fortes, parce que les marées partielles qui concourent à leur production, varient avec les déclinaisons du Soleil et de la Lune, et les distances de ces astres à la Terre : elles sont d'autant plus considérables, que la Lune et le Soleil sont plus rapprochés de la Terre et du plan de l'équateur. Le tableau ci-après renferme les hauteurs de toutes les grandes marées pour l'année 1838. M. Largeteau les a calculées par la formule que Laplace a donnée dans la *Mécanique céleste*, tome II, page 289. On a pris pour unité de hauteur la moitié de la hauteur moyenne de la *marée totale*, qui arrive un jour ou deux après la syzygie, quand le Soleil et la Lune, au moment de la syzygie, sont dans l'équateur et dans leurs moyennes distances à la Terre.

Jours et heures de la syzygie.						Hauteurs de la marée.
10	janvier...	P. L. à	7h	29′	soir.....	0,74
26		N. L. à	2	1	matin...	0,99
9	février...	P. L. à	2	2	soir.....	0,80
24		N. L. à	0	18	soir.....	1,12
11	mars.....	P. L. à	8	49	matin...	0,86
25		N. L. à	9	54	soir.....	1,15
10	avril.....	P. L. à	2	16	matin...	0,87
24		N. L. à	7	10	matin...	1,04
9	mai.....	P. L. à	5	7	soir	0,82
23		N. L. à	4	32	soir.....	0,87
8	juin.....	P. L. à	5	0	matin...	0,79
22		N. L. à	2	43	matin...	0,76
7	juillet....	P. L. à	2	28	soir.....	0,84
21		N. L. à	2	31	soir.....	0,76
5	août.....	P. L. à	10	35	soir.....	0,97
20		N. L. à	4	36	matin...	0,82
4	septembre.	P. L. à	6	27	matin...	1,12
18		N. L. à	8	54	soir.....	0,86
3	octobre...	P. L. à	2	56	soir.....	1,16
18		N. L. à	2	34	soir.....	0,85
2	novembre.	P. L. à	0	34	matin...	1,05
17		N. L. à	8	11	matin...	0,79
1	décembre.	P. L. à	11	44	matin...	0,89
17		N. L. à	0	32	matin...	0,77
31		P. L. à	0	45	matin...	0,81

On a remarqué que, dans nos ports, les plus grandes marées suivent d'un jour et demi la nouvelle et la pleine Lune. Ainsi l'on aura l'époque où elles

arrivent, en ajoutant un jour et demi à la date des syzygies. On voit par ce tableau que, pendant l'année 1838, les positions du Soleil et de la Lune, par rapport à la Terre et au plan de l'équateur, sont telles, vers les syzygies, que les marées du 26 février, du 27 mars, du 5 septembre et du 5 octobre, seront très considérables, surtout si elles sont favorisées par les vents.

Pour appliquer les résultats généraux du tableau ci-dessus, à la recherche des plus grandes marées dans nos ports, il faut connaître l'unité de hauteur pour chacun de ces ports : cette unité ne peut s'obtenir que par des observations de marées faites avec soin.

Voici l'unité de hauteur pour quelques ports.

	Unité de hauteur.
	m.
Port de Brest.....	3,21
Lorient.....	2,24
Cherbourg.....	2,70
Granville.....	6,35
Saint-Malo.....	5,98
Audierne.....	2,00
Croisic.....	2,68
Dieppe.....	2,87

L'unité de hauteur du port de Brest est connue avec une grande exactitude; elle a été déduite de seize années d'observations faites depuis 1806 jusqu'en 1823, parmi lesquelles on a choisi les hautes et basses mers équinoxiales, comme

étant à peu près indépendantes des déclinaisons du Soleil et de la Lune. La moyenne de 384 de ces observations a donné $6^m,415$ pour la différence entre les hautes et basses marées ; la moitié de ce nombre ou $3^m,21$ est ce qu'on appelle l'*unité de hauteur*, c'est-à-dire la quantité dont la mer s'élève ou s'abaisse relativement au niveau moyen qui aurait lieu sans l'action du Soleil et de la Lune.

Si l'on veut connaître la hauteur d'une grande marée dans un port, il faudra multiplier la hauteur de la marée prise dans le tableau précédent par l'unité de hauteur qui convient à ce port.

Exemple. Quelle sera à Brest la hauteur de la marée qui arrivera le 5 octobre 1838, un jour et demi après la syzygie du 3 ? Multipliez $3^m,21$, unité de hauteur à Brest, par le nombre 1,16 de la table, vous aurez $3^m,72$ pour la hauteur de la mer au niveau moyen qui aurait lieu si l'action du Soleil et de la Lune venait à cesser.

TABLEAU

Des apogées et périgées de la Lune pour 1838.

Janvier....	Le 14, Lune apogée. Le 26, Lune périgée.
Février....	Le 10, Lune apogée. Le 24, Lune périgée.
Mars.....	Le 10, Lune apogée. Le 24, Lune périgée.
Avril.....	Le 6, Lune apogée. Le 21, Lune périgée.
Mai.....	Le 3, Lune apogée. Le 19, Lune périgée. Le 31, Lune apogée.
Juin.....	Le 14, Lune périgée. Le 28, Lune apogée.
Juillet....	Le 10, Lune périgée. Le 26, Lune apogée.
Août.....	Le 6, Lune périgée. Le 22, Lune apogée.
Septembre.	Le 4, Lune périgée. Le 18, Lune apogée.
Octobre..	Le 2, Lune périgée. Le 16, Lune apogée. Le 31, Lune périgée.
Novembre.	Le 12, Lune apogée. Le 28, Lune périgée.
Décembre.	Le 10, Lune apogée. Le 25, Lune périgée.

Calcul de l'heure de la pleine mer.

Les eaux de la mer sont soumises à l'action des forces attractives du Soleil et de la Lune. L'effort unique qui résulte de ces deux forces combinées varie dans un même lieu, avec les positions que les deux astres prennent successivement chaque jour par rapport au méridien de ce lieu. Lorsque la force résultante augmente, la mer monte; si elle diminue, la mer descend. Il suit de là que la mer devrait être pleine dans les ports et sur tous les points de la côte, à l'instant où la force résultante des attractions du Soleil et de la Lune y est parvenue à sa plus grande intensité : il n'en est cependant pas ainsi. En effet, les jours de la nouvelle Lune, où les deux astres exercent leur action suivant une même direction, l'instant de la plus grande intensité de cette action est celui de leur passage simultané au méridien, ou celui de midi; cependant la mer n'est ordinairement pleine que quelque tems après midi. L'expérience a fait connaître que la marée qui a lieu les jours de nouvelle Lune est celle qui a été produite 36 heures auparavant, par l'attraction du Soleil et de la Lune; on a remarqué de plus qu'à cette époque la pleine mer arrive toujours à la même heure : on en a conclu que l'intervalle de tems dont le moment de la pleine mer suit l'instant où les deux astres exercent leur plus grande action est constamment le même. La seconde conséquence que l'on a tirée de ces deux faits, est que l'action de

la force du Soleil et de la Lune se fait sentir dans les ports et sur les côtes par la communication successive des ondes et des courants.

L'intervalle de tems dont la pleine mer suit le passage de la Lune au méridien, lors de la nouvelle Lune, est l'heure de la pleine mer, ou l'établissement du port; c'est aussi l'heure de la pleine mer, les jours de la pleine Lune, quoique les deux astres agissent alors dans des directions opposées; mais il suffit, pour que les effets soient les mêmes, que les directions de leurs efforts se confondent dans une même ligne droite.

On a dit qu'aux jours de la nouvelle ou de la pleine Lune, l'instant où les deux astres exercent la plus grande action est celui du passage de la Lune au méridien; il en est de même lors du premier et du dernier quartier; les autres jours cet instant précède quelquefois le passage, et d'autres fois il le suit; mais il ne s'en écarte jamais beaucoup, parce que la force attractive de la Lune est environ deux fois et demie plus grande que celle du Soleil.

Ces forces et le retard ou l'avance de la marée sur l'heure du passage de la Lune au méridien varient suivant que les deux astres s'écartent ou se rapprochent de la Terre, suivant que leurs déclinaisons augmentent ou diminuent. Pour avoir égard à toutes ces circonstances, on a calculé de 7 en 7 jours les nombres contenus dans la table I. Ils diffèrent assez peu pour que l'on puisse estimer à vue avec une exactitude suffisante le nombre correspondant à un

jour quelconque de l'année. On verra plus loin l'usage de ces nombres.

La table II fournit les corrections qu'il faut appliquer à l'heure du passage de la Lune au méridien pour en déduire l'heure de la pleine mer.

Les heures données de 30′ en 30′ dans les colonnes 1 et 2 de cette table, représentent la différence, diminuée de 12^h, si elle excède ce nombre, entre les ascensions droites de la Lune et du Soleil, pour un instant antérieur de 36 heures au passage de la Lune qui a lieu le jour où l'on veut calculer l'heure de la pleine mer. Les signes + ou — placés en haut et en bas de ces colonnes indiquent que les corrections correspondantes sont additives ou soustractives. Quand on entre dans la table II avec une heure de la 2e colonne, la correction doit s'ajouter à l'heure du passage; elle doit s'en retrancher quand l'heure tombe dans la 1re colonne.

A chaque valeur de l'argument correspondent sur chaque ligne horizontale cinq valeurs différentes de la correction, et en tête de chacune des colonnes verticales formées par ces valeurs, on lit les cinq nombres, 0,50; 0,67; 0,83; 1,00; 1,25. Si la table I donne, un certain jour de l'année, le nombre 0,83, il faut, pour ce jour, prendre la correction dans la colonne qui porte en tête 0,83. Il en est de même des autres colonnes. Ces corrections ont été calculées en supposant, d'après Laplace, la masse de la Lune égale à un soixante-quinzième de celle de la Terre, et le rapport des actions de la Lune et

du Soleil dans leurs moyennes distances égal à 2,35.

Pour avoir l'heure de la pleine mer un jour donné, il faut, à l'heure du passage de la Lune au méridien, corrigée du nombre que fournit la table II, ajouter l'établissement du port et retrancher de la somme le nombre constant 22′, qui provient de ce que l'établissement du port est l'heure même des marées syzygies équinoxiales.

Passons maintenant aux applications.

Ce qui précède suppose que l'on connaît l'heure du passage de la Lune au méridien pour un lieu quelconque et la différence d'ascension droite de la Lune et du Soleil 36 heures avant ce passage. Ces deux quantités se déduisent des passages de la Lune au méridien de Paris, que l'*Annuaire* donne pour tous les jours de l'année.

Calcul du passage de la Lune au méridien. — Soit, d'après l'*Annuaire, d* la différence des heures du passage pour Paris, un jour donné et le lendemain, soit h la longitude du lieu pour lequel on calcule, exprimée en heures et minutes, et comptée de Paris ; le quatrième terme de la proportion suivante $24^h : h :: d : \frac{hd}{24}$ donnera le tems qu'il faut ajouter à l'heure du passage au méridien de Paris, pour avoir l'heure du passage au méridien du lieu donné.

Calcul de la différence d'ascension droite du Soleil et de la Lune. — Soit D la différence entre les heures du passage de la Lune le jour donné et deux jours

avant, le produit 0,725. D donnera à très peu près le nombre de minutes qu'on devra retrancher de l'heure du passage de la Lune qui a lieu le jour donné, pour avoir la différence, diminuée, s'il le faut de 12^h, entre les ascensions droites des deux astres 36^h avant ce passage.

Exemple d'un calcul entier. — On demande l'heure de la pleine mer le 23 mars 1838, à Brest, dont la longitude occidentale est de 27′ en tems.

Le retard du passage de la Lune du 23 au 24 est 53′ = *d*; d'où $24^h : 27' :: 53' : 1'$ à peu près.

Passage de la Lune au méridien, à Paris le 23 mars matin, en tems moyen.....	10^h	1′ M.
Correction.....		1
Donc, passage de la Lune, à Brest.....	10	2 M.
Le retard du passage de la Lune du 21 au 23, est 1^h 55′ = D; d'où correction — (0,725) (1^h 55′).....	1	23
Donc, diff. d'ascens. droite du Soleil et de la Lune 36 heures avant le passage.	8	39

Avec 8^h 39′ et le nombre 1,10 que donne la tab. I, pour une époque antérieure d'environ 36^h au passage de la Lune le 23 mars, on trouve dans la table II, correction additive = 37′.

Ainsi, heure du passage.....	10^h	2′ M.
Correction, table II.....	+	37
Établissement du port, table III.....	3	45
Correction constante.....	—	22
Heure de la pleine mer, tems moyen....	2	2 S.

TABLE I.

Janvier.	1	1,23
	9	0,77
	15	0,90
	22	0,90
	29	1,22
Février.	5	0,72
	12	0,85
	18	0,80
	24	1,12
Mars.	4	0,70
	10	0,79
	18	0,76
	25	1,20
Avril.	1	0,72
	7	0,83
	15	0,79
	22	1,24
	28	0,81
Mai.	4	0,91
	12	0,88
	19	1,32
	25	0,92
Juin.	1	1,02
	8	0,97
	15	1,37
	22	0,93
	29	1,05
Juillet.	5	0,98
	11	1,35
	19	0,83
	26	0,98
Août.	2	0,91
	7	1,29
	15	0,80
	23	0,89
	30	0,82
Sept.	5	1,26
	7	0,77
	19	0,83
	26	0,74
Octob.	3	1,22
	9	0,76
	16	0,84
	23	0,73
	30	1,22
Novemb.	5	0,84
	12	0,88
	20	0,80
	27	1,24
Décemb.	2	0,93
	10	0,94
	17	0,85
	24	1,23
	31	0,89

TABLE II.

Diff. d'asc. droite 36 heures avant le passage.						
—	+	0,50	0,67	0,83	1,00	1,25
0. 0	12. 0	0′ 0	0′ 0	0′ 0	0′ 0	0′ 0
0.30	11.30	12,4	10,4	8,9	7,8	6,6
1. 0	11. 0	24,8	20,6	17,7	15,4	13,0
1.30	10.30	36,9	30,6	26,0	22,7	19,0
2. 0	10. 0	48,7	40,0	33,8	29,2	24,3
2.30	9.30	60,1	48,6	40,6	34,8	28,6
3. 0	9. 0	70,6	56,0	46,1	39,0	31,6
3.30	8.30	79,9	61,5	49,5	41,3	32,9
4. 0	8. 0	87,0	64,1	50,1	40,9	31,9
4.30	7.30	90,2	62,1	46,5	37,0	28,1
5. 0	7. 0	85,0	52,4	37,2	28,7	21,3
5.30	6.30	60,3	31,5	21,1	15,9	11,5
6. 0	6. 0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
—	+	0,50	0,67	0,83	1,00	1,25

TABLE III.

Heures de la pleine mer dans les principaux ports des côtes de l'Europe, les jours de la nouvelle et pleine Lune, et longitudes de ces ports en minutes de tems.

NORD DE L'EUROPE SUR LA MER D'ALLEMAGNE.

	Établiss.	Longit.
Hambourg. *Elbe*	5h 0′	31′ E.
Cuxhaven. *Elbe*	0 40	26 E.
Gestendorp. *Weser*	1 10	25 E.
Vegesack. *Weser*	4 15	26 E.
Eckwarden. *Jahde*	0 50	24 E.
Delfzill. *Ems*	0 15	19 E.
Groningue	11 15	17 E.
Amsterdam	3 0	10 E.
Rotterdam	3 0	9 E.
Moërdick	5 15	9 E.
Bergen-op-Zoom	3 0	8 E.
Flessingue. *Bouches de l'Escaut*	1 0	5 E.
Anvers	4 25	8 E.
Ostende	0 20	2 E.
Nieuport	0 15	2 E.
FRANCE.		
Dunkerque	11h 45′	0 O.
Calais	11 45	2 O.
Boulogne	10 40	3 O.
Dieppe	10 30	5 O.
Le Havre-de-Grâce	9 15	9 O.
Honfleur	9 15	8 O.
La Hougue	8 0	16 O.
Cherbourg	7 45	16 O.
Jersey	6 0	18 O.
Guernesey	6 0	20 O.
Mont Saint-Michel	6 30	15 O.
Saint-Malo	6 0	17 O.
Morlaix	5 15	24 O.
Brest. *Le port*	3 45	27 O.
Lorient. *Le port*	3 30	23 O.
La Roche-Bernard	4 30	19 O.

	Établiss.	Long.
La Loire. *L'embouchure*	3h 45′	18′ O.
L'île d'Oléron. *Au Château*	4 0	14 O.
Pertuis-de-Maumusson	3 30	14 O.
L'île d'Aix	3 37	14 O.
Rochefort	3 48	13 O.
Embouch. de la Gironde. Tour de Cordouan	3 59	14 O.
Embouch. de la Gironde. Royan	4 1	13 O.
Embouch. de la Gironde. Bordeaux	7 45	12 O.
Rade de la teste de Buch, près de la chapelle d'Arcachon	4 45	14 O.
En dehors et près de la barre du bassin d'Arcachon	3 40	14 O.
Bayonne	3 30	15 O.
ESPAGNE ET PORTUGAL.		
Lisbonne	4 0	46 O.
Cadix. *Le môle*	1 15	34 O.
Gibraltar	0 0	31 O.
ÉCOSSE.		
Le canal des Orcades	8 15	21 O.
Monrose	1 30	19 O.
ANGLETERRE.		
La rivière de Humbert	5 15	10 O.
Londres. *Tamise*	2 45	10 O.
Embouch. de la Tamise. *North Foreland*	11 15	4 O.
Douvres	10 50	4 O.
Le cap Dungeness	10 30	6 O.
Portsmouth	11 40	14 O.
Plymouth	6 5	26 O.
L'île Sainte-Marie. *Sorlingues*	4 30	35 O.
Bristol	6 45	20 O.
Liverpool	11 0	21 O.
IRLANDE.		
Dublin	9 45	35 O.
Waterford	5 0	38 O.
Cork. *Dans la baie*	4 20	43 O.
La rivière Shannon. *L'embouchure*	3 45	48 O.
Limerick	6 0	44 O.

TABLEAU DES MESURES LÉGALES.

Lois du 18 germinal an III et du 4 juillet 1837.

NOMS systématiques.	VALEUR.
MESURES DE LONGUEUR.	
Myriamètre.....	Dix mille mètres.
Kilomètre.....	Mille mètres.
Hectomètre.....	Cent mètres.
Décamètre.....	Dix mètres.
MÈTRE.....	*Unité fondamentale des poids et mesures.* Dix-millionième partie du quart du méridien terrestre (*).
Décimètre.....	Dixième du mètre.
Centimètre.....	Centième du mètre.
Millimètre.....	Millième du mètre.
MESURES AGRAIRES.	
Hectare.....	Cent ares ou 10000 mèt. carrés.
ARE.....	Cent mètres carrés, carré de dix mètres de côté.
Centiare.....	Centième de l'are, ou mèt. carré.
MESURES DE CAPACITÉ *pour les liquides et les matières sèches.*	
Kilolitre.....	Mille litres.
Hectolitre.....	Cent litres.
Décalitre.....	Dix litres.
LITRE.....	Décimètre cube.
Décilitre.....	Dixième du litre.

(*) L'étalon prototype en platine, déposé aux Archives le 4 messidor an VII, donne la longueur légale du mètre quand il est à la température zéro.

NOMS systématiques.	VALEUR.
MESURES DE SOLIDITÉ.	
Décastère.	Dix stères.
STÈRE.....	Mètre cube.
Décistère.....	Dixième du stère.
POIDS.	
.....	Mille kilogrammes, poids du mètre cube d'eau et du tonneau de mer.
....	Cent kilog., quintal métrique.
KILOGRAMME.	Mille grammes. Poids dans le vide d'un décimètre cube d'eau distillée à la température de 4° centigrades (*).
Hectogramme.....	Cent grammes.
Décagramme.....	Dix grammes.
GRAMME.....	Poids d'un centimètre cube d'eau à 4° centigrades.
Décigramme.....	Dixième du gramme.
Centigramme.....	Centième du gramme.
Milligramme.....	Millième du gramme.
MONNAIE.	
FRANC.	Cinq grammes d'argent, au titre de 9 dixièmes de fin.
Décime.....	Dixième du franc.
Centime.....	Centième du franc.

Conformément à la disposition de la loi du 18 germinal an III, concernant les poids et les mesures de capacité, chacune des mesures décimales de ces deux genres a son double et sa moitié.

(*) L'étalon prototype en platine, déposé aux Archives le 4 messidor an VII, donne, dans le vide, le poids légal du kilogramme.

MONNAIES DÉCIMALES DE FRANCE (*).

Les monnaies françaises sont assujéties, sous le rapport de leurs divisions, de leur titre, de leur poids et de leur module, au système décimal des mesures prises dans la nature.

Aux termes de la loi du 7 germinal an XI (28 mars 1803), cinq grammes d'argent, au titre de neuf dixièmes de fin, constituent l'unité monétaire, qui conserve le nom de *franc*.

Le franc se divise en 10 *décimes*, ou en 20 pièces de *cinq centimes*, qui ont conservé vulgairement les noms de 2 *sous* et de *sous*.

TITRE.

Les monnaies d'or de France contiennent, ainsi que celles d'argent, un dixième d'alliage et neuf dixièmes de métal pur. En général (le titre s'exprimant en millièmes) le titre monétaire exact, ou sans la tolérance, est de 900 millièmes, ou 0,900.

Les expériences de Cavendish et d'Hatchett ont démontré que cette proportion d'alliage, outre l'avantage d'être en harmonie avec notre système de numération décimale, et de simplifier par conséquent infiniment les calculs d'alliage et de titre, se rapproche beaucoup de celle qui donne au métal le

(*) Cet article et celui des monnaies étrangères, page 77, ont été fournis par M. Samuel Bernard, ancien élève de l'École Polytechnique, chef des bureaux de la Commission des Monnaies.

plus de dureté, ou le rend le plus propre à résister à l'action du *frai*, c'est-à-dire à la diminution de poids par le frottement et la circulation.

Le titre du billon est de 200 millièmes, ou 0,200.

La tolérance de titre, soit en-dessus soit en-dessous, est de 2 millièmes pour l'or, de 3 millièmes pour l'argent, et de 7 millièmes pour le billon.

POIDS ET DIAMÈTRE DES PIÈCES DE MONNAIE.

Poids.

Le poids des pièces de monnaie d'argent, de cuivre et même de billon ayant été établi en nombres ronds, elles peuvent servir de poids usuels; ainsi :

1 pièce de billon de 10 c. pèse 2 grammes.

1 pièce d'argent de 2 francs
ou 1 pièce de cuivre de 5 c. } pèse 1 décagramme.

4 pièces d'argent de 5 francs
ou 10 pièces d'argent de 2 fr.
ou 10 pièces de cuivre de 5 c. } pèsent 1 hectogramme.

155 pièces d'or de 20 francs
ou 40 pièces d'argent de 5 fr.
ou 500 pièces de billon de 10 c.
ou 50 p. de cuivre d'un décime. } pèsent 1 kilogramme.

1 Sac de { 200 pièces de 5 francs
ou 250 décimes,
ou 500 pièces de 5 cent. } pèse 5 kilogramm.

La proportion entre l'or et l'argent, qui est, dans notre système de monnaies décimales, de 15 $\frac{1}{2}$ à 1, n'a pas permis de donner aux pièces d'or de 40 fr. et de

20 fr. un poids en nombres ronds; mais 155 pièces de 20 fr. équivalent à 1 kilogr., comme on l'a déjà vu.

Ce qu'on vient de dire suppose que les pièces de monnaie sont du poids exact qu'elles doivent avoir, ce qui a lieu ordinairement à peu de chose près, la tolérance de poids, qui est peu considérable, étant établie tant en-dessus qu'en-dessous. (Voir le tableau ci-après.) Il suffit d'en peser un certain nombre pour être sûr qu'un même poids donnera la même quantité de pièces.

Diamètre.

Les monnaies de différentes valeurs ont plus ou moins de diamètre, suivant leur poids et la nature du métal dont elles sont composées; mais on a eu soin, en général, qu'aucun de ces diamètres ne fût le même pour des monnaies différentes (1), afin qu'elles ne pussent être confondues dans les piles ou les rouleaux, et qu'on pût les distinguer à la première vue ou au tact.

Les pièces de monnaie de même métal et même valeur ont toutes, au contraire, rigoureusement le même diamètre. Ainsi, quoique fabriquées dans divers ateliers, comme elles se frappent dans des viroles d'acier exécutées sur un seul et même calibre, elles forment, étant réunies, un cylindre parfait; ce

(1) Excepté pour la pièce 2 fr., qui a le même diamètre que la pièce de 5 centimes ; mais la différence du métal et des types les distingue suffisamment.

qui donne une grande facilité pour en former des piles ou rouleaux. Il suffit d'en compter une pile, pour être sûr que toutes les autres piles de même hauteur contiendront le même nombre de pièces.

Le diamètre ou module des pièces étant fixé en nombres décimaux entiers, elles peuvent offrir des mesures usuelles de longueur ; ainsi, par exemple :

32 pièc. de 40 fr. et 8 pièc. de 20 fr. 11 *id.* et 34 *id.* 19 pièces de 5 fr. et 11 pièces de 2 fr. 20 pièces { de 2 fr. ou de 5c } et 20 p. de 1 fr. 7 décimes et 29 pièces de 5 cent.	donnent 1 mètre.

Au moyen d'un certain nombre de trois espèces de pièces différentes, on pourrait aussi obtenir 1 mètre.

Ce qu'on vient de dire est exact pour les pièces de monnaie qui ont été frappées en virole pleine et dont les lettres de la légende sur tranche sont marquées en creux. Depuis 1830, époque à laquelle on a adopté, pour les monnaies d'or et la pièce de 5 fr. la marque sur tranche en relief, au moyen de la virole brisée, les diamètres des surfaces sont bien restés les mêmes; mais la légère saillie des lettres de la tranche, si les pièces, qu'on rapprocherait sur une même ligne, se touchaient par ces lettres, donnerait moins d'exactitude aux mesures de longueur que nous avons indiquées ci-dessus. Les pièces de 2 fr. et d'un fr. sont, depuis la même époque, cannelées sur tranche.

TABLEAU

du poids des pièces de monnaie et de leur diamètre.

Dénomination.	POIDS EXACT ou droit.	TOLÉRANCE en mill. du poids.	POIDS AVEC LA TOLÉRANCE En plus.	POIDS AVEC LA TOLÉRANCE En moins.	Diamèt. ou module en millimètres.
PIÈCES DE					
OR.	gr.	mill.	gr.	gr.	m.m.
40 f. " c.	12,90322	2	12,92903	12,8774	26
20 "	6,45161		6,46451	6,43871	21
ARGENT.					
5 "	25	3	25,075	24,925	37
2 "	10	5	10,05	9,95	27
1 "	5		5,025	4,975	23
" 75	3,75	7	3,77625	3,72375	"
" 50	2,50		2,5175	2,4825	18
" 25	1,25	10	1,2625	1,2375	15
BILLON.					
10	2	7	2,014	1,986	19
CUIVRE.					
10	20	20	20,4	Sans tolérance en-dessous.	31
5	10		10,2		27
3	6		6,12		25
2	4		4,08		22
1	2		2,04		"

Il n'a pas été émis de pièces de trois quarts de franc ou 75 centimes; mais les pièces anciennes de 1 fr. 50 cent. et 75 cent., créées par les lois du 28 juillet et du 18 août 1791, s'accordant avec la division décimale de nos monnaies, ont continué à circuler.

La refonte de toutes les autres pièces d'or et d'argent duodécimales a été terminée à la fin de 1834.

Le titre des pièces de 1 fr. 50 et de 75 centimes est de (8 deniers) ou 0,667 avec la tolérance de (2 grains de fin) ou $6^{mill.}$,9444.

Le poids exact des pièces de 30 sous ou 1 fr. 50 c. doit être (à la taille de $24\frac{8}{55}$ au marc) de 10^{gram},1366 avec la tolérance de (24 grains au marc) ou $5^{mill.}$,2083.

Le poids exact des pièces de 15 sous ou 75 cent. doit être (à la taille de $48\frac{16}{55}$ par marc) de $5^{gram.}$,0683 avec la tolérance de (36 grains au marc) ou $7^{mill.}$,81245.

Les pièces de 10 centimes en billon ont été créées par la loi du 15 septembre 1807. On n'en fabrique plus à cause des inconvénients du *frai* et de la facilité de la contrefaçon.

La loi du 7 germinal an XI (28 mars 1803) ne porte pas création de pièces de cuivre de 10 centimes (*un décime*) ni de celles de 1 centime; celles qui sont en circulation, ainsi que les pièces de cinq centimes, avaient été créées par les lois des 3 brumaire an V (24 octobre 1796) et 29 pluviôse an VII (17 février 1799) aux mêmes poids que ceux qui sont indiqués dans le tableau précédent; mais la tolérance

de poids était de 40 grammes par kilogramme, dont moitié en dehors et moitié en dedans.

Les pièces de trois centimes et de deux centimes, décrétées par la loi du 7 germ. an XI (28 mars 1803), n'ont pas été émises.

Il a souvent été question de la nécessité de remplacer notre monnaie de cuivre et de billon qui, outre son imperfection sous le rapport de l'art, offre l'inconvénient d'être de toute espèce de diamètre, poids, type et alliage, par une monnaie de bronze qui fût uniforme, en harmonie avec le système métrique de nos poids et mesures, moins lourde et moins embarrassante, peu altérable, exécutée avec toute la perfection possible; ce qui la rendrait beaucoup plus difficile à contrefaire. On s'occupe de nouveau de ce projet.

Proportion de la valeur des métaux dans les monnaies.

On désigne par la proportion d'un métal à un autre, servant tous deux de monnaie, le rapport de la valeur d'un kilogramme de monnaie du premier métal à celle d'un kilog. de monnaie du second métal.

Nous avons déjà dit qu'en France la proportion de l'or à l'argent est de..... 15,5 à 1

Celle de l'or au billon est de.....	62	à 1
de l'or au cuivre, de.....	620	à 1
de l'argent au billon, de.....	4	à 1
de l'argent au cuivre, de.....	40	à 1

Prix du kilogramme d'or et du kilogramme d'argent.

La retenue au Change des Monnaies pour frais de fabrication, déchets compris, ou la différence entre la valeur intrinsèque et la valeur nominale, était du 17 prairial an XI (6 juin 1803), au 1er juillet 1835, de 9 fr. par kilogramme d'or et de 3 fr. par kilog. d'argent.

A compter du 1er juillet 1835, elle a été réduite à 6 fr. pour l'or et à 2 fr. pour l'argent.

Ancien tarif du 17 prairial an XI (6 juin 1803).

KILOGRAMME.		SANS RETENUE ou au pair.			AVEC RETENUE au change.		
Or....	pur....	3444 fr.	44 c.	4444	3434 fr.	44 c.	4444
	à 900m.	3100	"	"	3091	"	"
Argent	pur....	222	22	2222	218	"	"
	à 900m.	200	"	"	197	"	"
Tarif du 1er juillet 1835.							
Or ...	pur....	3444 fr.	44 c.	4444	3437 fr.	77 c.	7777
	à 900m.	3100	"	"	3094	"	"
Argent	pur....	222	22	2222	220	"	"
	à 900m.	200	"	"	198	"	"

Pour le rapport des monnaies de France avec les monnaies étrangères, *voir* la page 77.

RÉDUCTION

Des toises, pieds, pouces en mètres et décimales du mètre.

Toises.	Mètres.	Pieds.	Mètres.	Pou.	Mètres.
1	1,94904	1	0,32484	1	0,02707
2	3,89807	2	0,64968	2	0,05414
3	5,84710	3	0,97452	3	0,08121
4	7,79615	4	1,29936	4	0,10828
5	9,74518	5	1,62420	5	0,13535
6	11,69422	6	1,94904	6	0,16242
7	13,64326	7	2,27388	7	0,18949
8	15,59229	8	2,59872	8	0,21656
9	17,54133	9	2,92355	9	0,24363
10	19,49037	10	3,24839	10	0,27070
20	38,98073	20	6,49679	11	0,29777
30	58,47110	30	9,74518	12	0,32484
40	77,96146	40	12,99358	13	0,35191
50	97,45183	50	16,24197	14	0,37898
60	116,94220	60	19,49037	15	0,40605
70	136,43256	70	22,73876	16	0,43312
80	155,92293	80	25,98715	17	0,46019
90	175,41329	90	29,23555	18	0,48726
100	194,90366	100	32,48394	19	0,51433
200	389,80732	200	64,96789	20	0,54140
300	584,71098	300	97,45183	30	0,81210
400	779,61464	400	129,93577	40	1,08280
500	974,51830	500	162,41972	50	1,35350
600	1169,42195	600	194,90366	60	1,62420
700	1364,32561	700	227,38760	70	1,89490
800	1559,22927	800	259,87155	80	2,16560
900	1754,13293	900	292,35549	90	2,43630
1000	1949,03659	1000	324,83943	100	2,70700
2000	3898,07318	2000	649,67886	200	5,41399
3000	5847,10977	3000	974,51830	300	8,12099
4000	7796,14636	4000	1299,35773	400	10,82798
5000	9745,18296	5000	1624,19716	500	13,53498
10000	19490,36591	10000	3248,39432	1000	27,06995

RÉDUCTION
Des lignes en millimètres.

Lig.	Millim.	Lig.	Millim.
1	2,256	250	563,957
2	4,512	260	586,516
3	6,767	270	609,074
4	9,023	280	631,632
5	11,279	290	654,191
6	13,535	300	676,749
7	15,791	310	699,307
8	18,047	320	721,865
9	20,302	330	744,424
10	22,558	340	766,982
20	45,117	350	789,540
30	67,675	360	812,099
40	90,233	370	834,657
50	112,791	380	857,215
60	135,350	390	879,773
70	157,908	400	902,332
80	180,466	410	924,890
90	203,025	420	947,448
100	225,583	430	970,007
110	248,141	440	992,565
120	270,700	450	1015,123
130	293,258	460	1037,682
140	315,816	470	1060,240
150	338,374	480	1082,798
160	360,933	490	1105,356
170	383,491	500	1127,915
180	406,049	510	1150,473
190	428,608	520	1173,031
200	451,166	530	1195,590
210	473,724	540	1218,148
220	496,282	550	1240,706
230	518,841	560	1263,264
240	541,399	570	1285,823
250	563,957	1000	2255,829

RÉDUCTION
Des millimètres en lignes.

Mill.	Lignes.	Mill.	Lignes.
1	0,443	400	177,318
2	0,887	420	186,184
3	1,330	440	195,050
4	1,773	460	203,916
5	2,216	480	212,782
6	2,660	500	221,648
7	3,103	520	230,514
8	3,546	540	239,380
9	3,990	560	248,246
10	4,433	580	257,112
20	8,866	600	265,978
30	13,299	620	274,844
40	17,732	640	283,709
50	22,165	660	292,575
60	26,598	680	301,441
70	31,031	700	310,307
80	35,464	720	319,173
90	39,897	730	323,606
100	44,330	740	328,039
120	53,196	750	332,472
140	62,061	760	336,905
160	70,927	770	341,338
180	79,793	780	345,771
200	88,659	800	354,637
220	97,525	820	363,503
240	106,391	840	372,369
260	115,257	860	381,235
280	124,123	880	390,100
300	132,989	900	398,966
320	141,855	920	407,832
340	150,721	940	416,698
360	159,587	960	425,564
380	168,452	980	434,430
400	177,318	1000	443,296

RÉDUCTION

Des centimètres et des décimètres en pieds, pouces et lignes.

Centimèt.	Pieds.	po.	lignes.
1	0.	0.	4,433
2	0.	0.	8,866
3	0.	1.	1,299
4	0.	1.	5,732
5	0.	1.	10,165
6	0.	2.	2,598
7	0.	2.	7,031
8	0.	2.	11,464
9	0.	3.	3,897
10	0.	3.	8,330
11	0.	4.	0,763
12	0.	4.	5,196
13	0.	4.	9,628
14	0.	5.	2,061
15	0.	5.	6,494
16	0.	5.	10,927
17	0.	6.	3,360
18	0.	6.	7,793
19	0.	7.	0,226
20	0.	7.	4,659
21	0.	7.	9,092
22	0.	8.	1,525
23	0.	8.	5,958
24	0.	8.	10,391
25	0.	9.	2,824
26	0.	9.	7,257
27	0.	9.	11,690
28	0.	10.	4,123
29	0.	10.	8,556
30	0.	11.	0,989
31	0.	11.	5,422
32	0.	11.	9,855
33	1.	0.	2,288
34	1.	0.	6,721
35	1.	0.	11,154
36	1.	1.	3,587
37	1.	1.	8,020
38	1.	2.	0,452
39	1.	2.	4,885
40	1.	2.	9,318
41	1.	3.	1,751
42	1.	3.	6,184
43	1.	3.	10,617
44	1.	4.	3,050
45	1.	4.	7,483
46	1.	4.	11,916
47	1.	5.	4,349
48	1.	5.	8,782
49	1.	6.	1,215
50	1.	6.	5,648
60	1.	10.	1,977
70	2.	1.	10,307
80	2.	5.	6,637
90	2.	9.	2,966

Décimèt.	Pieds.	po.	lignes.
1	0.	3.	8,330
2	0.	7.	4,659
3	0.	11.	0,989
4	1.	2.	9,318
5	1.	6.	5,648
6	1.	10.	1,977
7	2.	1.	10,307
8	2.	5.	6,637
9	2.	9.	2,966
10	3.	0.	11,296

RÉDUCTION

Des mètres en toises, et en toises, pieds, pouces et lignes.

Mètres.	Toises.	Mètres.	Toises.	pi.	po.	lig.
1	0,513074	1	0.	3.	0.	11,296
2	1,026148	2	1.	0.	1.	10,592
3	1,539222	3	1.	3.	2.	9,888
4	2,052296	4	2.	0.	3.	9,184
5	2,565370	5	2.	3.	4.	8,480
6	3,078444	6	3.	0.	5.	7,776
7	3,591518	7	3.	3.	6.	7,072
8	4,104592	8	4.	0.	7.	6,368
9	4,617666	9	4.	3.	8.	5,664
10	5,13074	10	5.	0.	9.	4,960
20	10,26148	20	10.	1.	6.	9,920
30	15,39222	30	15.	2.	4.	2,88
40	20,52296	40	20.	3.	1.	7,84
50	25,65370	50	25.	3.	11.	0,80
60	30,78444	60	30.	4.	8.	5,76
70	35,91518	70	35.	5.	5	10,72
80	41,04592	80	41.	0.	3.	3,68
90	46,17666	90	46.	1.	0.	8,64
100	51,3074	100	51.	1.	10.	1,6
200	102,6148	200	102.	3.	8.	3,2
300	153,9222	300	153.	5.	6.	4,8
400	205,2296	400	205.	1.	4.	6,4
500	256,5370	500	256.	3.	2.	8,0
600	307,8444	600	307.	5.	0.	9,6
700	359,1518	700	359.	0.	10.	11,2
800	410,4592	800	410.	2.	9.	0,8
900	461,7666	900	461.	4.	7.	2,4
1000	513,074	1000	513.	0.	5.	4,0
2000	1026,148	2000	1026.	0.	10.	8,0
3000	1539,222	3000	1539.	1.	4.	0,0
4000	2052,296	4000	2052.	1.	9.	4,0
5000	2565,37	5000	2565.	2.	2.	8,0
10000	5130,74	10000	5130.	4.	5.	4,0

RÉDUCTION

Des mètres en pieds, pouces, lignes et décimales de la ligne.

Mètres.	Pieds.	po.	lignes.	Mètres.	Pieds.	po.	lignes.
1	3.	0.	11,296	50	153.	11.	0,80
2	6.	1.	10,593	55	169.	3.	9,28
3	9.	2.	9,888	60	184.	8.	5,76
4	12.	3.	9,184	65	200.	1.	2,24
5	15.	4.	8,480	70	215.	5.	10,72
6	18.	5.	7,776	75	230.	10.	7,20
7	21.	6.	7,072	80	246.	3.	3,68
8	24.	7.	6,368	85	261.	8.	0,16
9	27.	8.	5,664	90	277.	0.	8,64
10	30.	9.	4,960	95	292.	5.	5,12
11	33.	10.	4,256	100	307.	10.	1,6
12	36.	11.	3,552	200	615.	8.	3,2
13	40.	0.	2,848	300	923.	6.	4,8
14	43.	1.	2,144	400	1231.	4.	6,4
15	46.	2.	1,440	500	1539.	2.	8,0
16	49.	3.	0,736	600	1847.	0.	9,6
17	52.	4.	0,032	700	2154.	10.	11,2
18	55.	4.	11,328	800	2462.	9.	0,8
19	58.	5.	10,624	900	2770.	7.	2,4
20	61.	6.	9,920	1000	3078.	5.	4,0
21	64.	7.	9,216	2000	6156.	10.	8
22	67.	8.	8,512	3000	9235.	4.	0
23	70.	9.	7,808	4000	12313.	9.	4
24	73.	10.	7,104	5000	15392.	2.	8
25	76.	11.	6,400	6000	18470.	8.	0
30	92.	4.	2,88	7000	21549.	1.	4
35	107.	8.	11,36	8000	24627.	6.	8
40	123.	1.	7,84	9000	27706.	0.	0
45	138.	6.	4,32	10000	30784.	5.	4

RÉDUCTION

Des toises carrées et cubes en mètres carrés et cubes.

Tois. car.	Mètres carrés.	Tois. cub.	Mètres cubes.
1	3,7987	1	7,4039
2	7,5975	2	14,8078
3	11,3962	3	22,2117
4	15,1950	4	29,6156
5	18,9937	5	37,0195
6	22,7925	6	44,4233
7	26,5912	7	51,8272
8	30,3899	8	59,2311
9	34,1887	9	66,6350
10	37,9874	10	74,0389
11	41,7862	11	81,4428
12	45,5849	12	88,8467
13	49,3837	13	96,2506
14	53,1824	14	103,6545
15	56,9812	15	111,0584
16	60,7799	16	118,4622
17	64,5786	17	125,8661
18	68,3774	18	133,2700
19	72,1761	19	140,6739
20	75,9749	20	148,0778
30	113,9623	30	222,1167
40	151,9497	40	296,1556
50	189,9372	50	370,1945
60	227,9246	60	444,2334
70	265,9120	70	518,2723
80	303,8995	80	592,3112
90	341,8869	90	666,3501
100	379,8744	100	740,3890
150	569,8115	150	1110,5836
200	759,7487	200	1480,7781
250	949,6859	250	1850,9726

RÉDUCTION

Des mètres carrés et cubes en toises carrées et cubes.

Mèt. car.	Toises carrées.	Mèt. cub.	Toises cubes.
1	0,2632	1	0,1351
2	0,5265	2	0,2701
3	0,7897	3	0,4052
4	1,0530	4	0,5403
5	1,3162	5	0,6753
6	1,5795	6	0,8104
7	1,8427	7	0,9454
8	2,1060	8	1,0805
9	2,3692	9	1,2156
10	2,6324	10	1,3506
20	5,2649	20	2,7013
30	7,8973	30	4,0519
40	10,5298	40	5,4026
50	13,1622	50	6,7532
60	15,7947	60	8,1038
70	18,4271	70	9,4545
80	21,0596	80	10,8051
90	23,6920	90	12,1558
100	26,3245	100	13,5064
150	39,4867	150	20,2596
200	52,6490	200	27,0128
250	65,8112	250	33,7660
300	78,9735	300	40,5192
350	92,1357	350	47,2724
400	105,2979	400	54,0256
450	118,4602	450	60,7789
500	131,6225	500	67,5321
600	157,9470	600	81,0385
700	184,2715	700	94,5449
800	210,5959	800	108,0513
900	236,9204	900	121,5578

RÉDUCTION

Des pieds carrés et cubes en mètres carrés et cubes.

Pieds car.	Mètres carrés.	Pieds cub.	Mètres cubes.
1	0,1055	1	0,03428
2	0,2110	2	0,06855
3	0,3166	3	0,10283
4	0,4221	4	0,13711
5	0,5276	5	0,17139
6	0,6331	6	0,20566
7	0,7386	7	0,23994
8	0,8442	8	0,27422
9	0,9497	9	0,30850
10	1,0552	10	0,34277
20	2,1104	20	0,68555
30	3,1656	30	1,02832
40	4,2208	40	1,37109
50	5,2760	50	1,71386
60	6,3312	60	2,05664
70	7,3864	70	2,39940
80	8,4417	80	2,74218
90	9,4969	90	3,08495
100	10,5521	100	3,42773

RÉDUCTION

Des mètres carrés et cubes en pieds carrés et cubes.

Mèt. car.	Pieds carrés.	Mèt. cub.	Pieds cubes.
1	9,48	1	29,17
2	18,95	2	58,35
3	28,43	3	87,52
4	37,91	4	116,70
5	47,38	5	145,87
6	56,86	6	175,04
7	66,34	7	204,22
8	75,81	8	233,39
9	85,29	9	262,56
10	94,77	10	291,74
20	189,54	20	583,48
30	284,30	30	875,22
40	379,07	40	1166,95
50	473,84	50	1458,69
60	568,61	60	1750,43
70	663,38	70	2042,17
80	758,15	80	2333,91
90	852,93	90	2625,65
100	947,68	100	2917,39

Dans la construction des Tables de réduction qui précèdent, on a employé les valeurs suivantes :

Mètre..... 0,513 074 de toise.
Mètre carré... 0,263 244 929 476 de toise carrée.
Mètre cube... 0,135 064 128 946 de toise cube.

Toise..... 1,949 036 5912 mètre.
Toise carrée.. 3,798 743 6338 mètres carrés.
Toise cube.... 7,403 890 3430 mètres cubes.

MESURES AGRAIRES.

La perche des eaux-et-forêts avait 22 pieds de côté; elle contenait 484 pieds carrés.

L'arpent des eaux-et-forêts était composé de 100 perches de 22 pieds; il contenait 48400 pieds carrés.

La perche de Paris avait 18 pieds de côté; elle contenait 324 pieds carrés.

L'arpent de Paris était composé de 100 perches de 18 pieds; il contenait 32400 pieds carrés ou 900 toises carrées. Cet arpent est donc équivalent à un carré de 30 toises de côté.

L'unité nouvelle, que l'on nomme *are* et que l'on pourrait considérer comme la perche métrique, est un carré de 10 mètres de côté, qui comprend 100 mètres carrés.

L'*hectare,* ou l'arpent métrique, se compose de 100 ares, ou de 10000 mètres carrés.

	Pieds carrés.	Toises carrées.	Mètres carrés.
Perche des eaux-et-forêts.	484	13,44	51,07
Arpent des eaux-et-forêts.	48400	1344,44	5107,20
Perche de Paris.....	324	9	34,19
Arpent de Paris.....	32400	900	3418,87
Are.....	947,7	26,32	100
Hectare.....	94768,2	2632,45	10000

RÉDUCTION

Des arpents en hectares et des hectares en arpents.

Arpents de 100 perches carrées, la perche de 18 pieds linéaires.

Arpents.	Hectares.
1.....	0,3419
2.....	0,6838
3.....	1,0257
4.....	1,3675
5.....	1,7094
6.....	2,0513
7.....	2,3932
8.....	2.7351
9.....	3,0770
10.....	3,4189
100.....	34,1887
1000.....	341,8869

Arpents de 100 perches carrées, la perche de 22 pieds linéaires.

Arpents.	Hectares.
1.....	0,5107
2.....	1,0214
3.....	1,5322
4.....	2,0429
5.....	2,5536
6.....	3,0643
7.....	3,5750
8.....	4,0858
9.....	4,5965
10.....	5,1072
100.....	51,0720
1000.....	510,7198

Réduction des hectares en arp. de 18 pieds la perche.

Hectares.	Arpents.
1.....	2,9249
2.....	5,8499
3.....	8,7748
4.....	11,6998
5.....	14,6247
6.....	17,5497
7.....	20,4746
8.....	23,3995
9.....	26,3245
10.....	29,2494
100.....	292,4944
1000.....	2924,9437

Réduction des hectares en arp. de 22 pi. la perche.

Hectares.	Arpents.
1.....	1,9580
2.....	3,9160
3.....	5,8741
4.....	7,8321
5.....	9,7901
6.....	11,7481
7.....	13,7061
8.....	15,6642
9.....	17,6222
10.....	19,5802
100.....	195,8020
1000.....	1958,0201

CONVERSION

Des anciens poids en nouveaux.

Grains.	Grammes.	Livres.	Kilog.
10	0,53	1	0,4895
20	1,06	2	0,9790
30	1,59	3	1,4685
40	2,12	4	1,9580
50	2,66	5	2,4475
60	3,19	6	2,9370
70	3,72	7	3,4265
Gros.		8	3,9160
1	3,82	9	4,4056
2	7,65	10	4,8951
3	11,47	20	9,7901
4	15,30	30	14,6852
5	19,12	40	19,5802
6	22,94	50	24,4753
7	26,77	60	29,3704
8	30,59	70	34,2654
Onces.		80	39,1605
1	30,59	90	44,0555
2	61,19	100	48,9506
3	91,78	200	97,9012
4	122,38	300	146,8518
5	152,97	400	195,8023
6	183,56	500	244,7529
7	214,16	600	293,7035
8	244,75	700	342,6541
9	275,35	800	391,6047
10	305,94	900	440,5553
11	336,53	1000	489,5058
12	367,14		
13	397,73		
14	428,33		
15	458,91		
16	489,51		

CONVERSION

Des nouveaux poids en anciens.

Gramm.	Liv.	Onc.	Gr.	Gr.
1	0.	0.	0.	19
2	0.	0.	0.	38
3	0.	0.	0.	56
4	0.	0.	1.	3
5	0.	0.	1.	22
6	0.	0.	1.	41
7	0.	0.	1.	60
8	0.	0.	2.	7
9	0.	0.	2.	25
10	0.	0.	2.	44
20	0.	0.	5.	17
30	0.	0.	7.	61
40	0.	1.	2.	33
50	0.	1.	5.	5
60	0.	1.	7.	50
70	0.	2.	2.	22
80	0.	2.	4.	66
90	0.	2.	7.	38
100	0.	3.	2.	11
200	0.	6.	4.	21
300	0.	9.	6.	32
400	0.	13.	0.	43
500	1.	0.	2.	53
600	1.	3.	4.	64
700	1.	6.	7.	3
800	1.	10.	1.	13
900	1.	13.	3.	24
1000	2.	0.	5.	35

Kilog.	Liv.	Onc.	Gr.	Grains.
1	2.	0.	5.	35,15
2	4.	1.	2.	70
3	6.	2.	0.	33
4	8.	2.	5.	69
5	10.	3.	3.	32
6	12.	4.	0.	67
7	14.	4.	6.	30
8	16.	5.	3.	65
9	18.	6.	1.	28
10	20.	6.	6.	64
20	40.	13.	5.	55
30	61.	4.	4.	47
40	81.	11.	3.	38
50	102.	2.	2.	30
60	122.	9.	1.	21
70	143.	0.	0.	13
80	163.	6.	7.	4
90	183.	13.	5.	68
100	204.	4.	4.	59

Multipliez le prix du kilogramme par 0,4895, vous aurez celui de la livre.

Multipliez le prix de la livre par 2,0429, vous aurez celui du kilogramme.

Le kilogramme, ou le poids d'un décimètre cube d'eau distillée, considérée au maximum de densité et dans le vide, vaut..... 18827,15 grains.
La livre vaut..... 9216 grains.
Donc, livre..... 0,489505847 kilog.
Et kilogramme..... 2,042876519 livres.

RÉDUCTION

Des kilogrammes en livres et décimales de la livre.

Kilogr.	Livres.
1	2,0429
2	4,0858
3	6,1286
4	8,1715
5	10,2144
6	12,2573
7	14,3001
8	16,3430
9	18,3859
10	20,4288
20	40,8575
30	61,2863
40	81,7151
50	102,1438
60	122,5726
70	143,0014
80	163,4301
90	183,8589
100	204,2877
200	408,5753
300	612,8630
400	817,1506
500	1021,4383
600	1225,7259
700	1430,0136
800	1634,3012
900	1838,5889
1000	2042,8765

RÉDUCTION

Des grammes en grains et décimales de grain.

Gramm.	Grains.
1	18,8
2	37,6
3	56,5
4	75,3
5	94,1
6	113,0
7	131,8
8	150,6
9	169,4
10	188,3
100	1882,7

RÉDUCTION

Des décigrammes en grains et décimales de grain.

Décigr.	Grains.
1	1,9
2	3,8
3	5,6
4	7,5
5	9,4
6	11,3
7	13,2
8	15,1
9	16,9
10	18,8

REDUCTION

Des hectolitres en setiers, et des setiers en hectolitres, le setier étant de 12 boisseaux anciens et le boisseau de 13 litres.

Hectolitres.	Setiers.	Setiers.	Hectolitres.
1	0,641	1	1,560
2	1,282	2	3,12
3	1,923	3	4,68
4	2,564	4	6,24
5	3,205	5	7,80
6	3,846	6	9,36
7	4,487	7	10,92
8	5,128	8	12,48
9	5,769	9	14,04
10	6,410	10	15,60
20	12,820	20	31,20
30	19,231	30	46,80
40	25,641	40	62,40
50	32,051	50	78,00
60	38,461	60	93,60
70	44,871	70	109,20
80	51,282	80	124,80
90	57,692	90	140,40
100	64,102	100	156,00

Le poids moyen de l'hectolitre de froment est de 75 kilogrammes.

MESURES ANGLAISES

Comparées aux mesures françaises.

MESURES DE LONGUEUR.

Anglaises.	Françaises.
Pouces ($\frac{1}{36}$ du yard).....	2,539954 centimètres.
Pied ($\frac{1}{3}$ du yard).....	3,0479449 décimètres
Yard impérial.....	0,91438348 mètre.
Fathom (2 yards).....	1,82876696 mètre.
Pole ou perch (5 $\frac{1}{2}$ yards)...	5,02911 mètres.
Furlong (220 yards).....	201,16437 mètres.
Mille (1760 yards).....	1609,3149 mètres.

Françaises.	Anglaises.
Millimètre.....	0,03937 pouce.
Centimètre.....	0,393708 pouce.
Décimètre.....	3,937079 pouces.
Mètre.....	39,37079 pouces. 3,2808992 pieds. 1,093633 yard.
Myriamètre.....	6,2138 milles.

MESURES DE SUPERFICIE.

Anglaises.	Françaises.
Yard carré.....	0,836097 mètre carré.
Rod (perche carrée).....	25,291939 mètres carr.
Rood (1210 yards carrés)....	10,116775 ares.
Acre (4840 yards carrés)....	0,404671 hectare.

Françaises.	Anglaises.
Mètre carré.....	1,196033 yard carré.
Are.....	0,098845 rood.
Hectares.....	2,471143 acres.

MESURES DE CAPACITÉ.

Anglaises.	Françaises.
Pint ($\frac{1}{8}$ de gallon).....	0,567932 litre.
Quart ($\frac{1}{4}$ de gallon).....	1,135864 litre.
Gallon impérial.....	4,54345797 litres.
Peck (2 gallons).....	9,0869159 litres.
Bushel (8 gallons).....	36,347664 litres.
Sack (3 bushels).....	1,09043 hectolitre.
Quarter (8 bushels).....	2,907813 hectolitres.
Chaldron (12 sacks).....	13,08516 hectolitres.

Françaises.	Anglaises.
Litre.....	1,760773 pint. 0,2200967 gallon.
Décalitre.....	2,2009668 gallons.
Hectolitre.....	22,009668 gallons.

POIDS. (Ils ne sont pas parfaitement sûrs.)

Anglais. Troy.	Français.
Grain (24e de pennyweight).	0,065 gramme.
Pennyweight (20e d'once)....	1,555 gramme.
Once (12e de livre troy).....	31,091 grammes.
Livre troy impériale.....	0,373096 kilogramme.

Anglais. Avoirdupois.	Français.
Dram (16e d'once).....	1,771 gramme.
Once (16e de la livre).....	28,338 grammes.
Livre avoirdupois impériale.	0,4534 kilogramme.
Quintal (112 livres).....	50,78 kilogrammes.
Ton (20 quintaux).....	1015,65 kilogrammes.

Français.	Anglais
Gramme.....	15,438 grains troy. 0,643 pennyweight. 0,0322 once troy.
Kilogramme.....	2,6803 livres troy. 2,2055 liv. avoirdup

ÉVALUATIONS,

En mesures françaises, des principales mesures linéaires étrangères, à l'usage du commerce, recueillies par M. le baron DE PRONY.

		Millimètres.
Amsterdam, *aune* (M)		690,3
Anvers...	*aune de soie*	694,3
	aune de laine	684,4
Berlin....	*aune, ancienne mesure*	667,7
	aune, nouvelle mesure	666,9
Berne, *aune*		542,5
Bologne, *brasse*		645,2
Brunswick, *aune*		570,7
Brême, *aune*		578,4
Cagliari, *raso*		549,3
Carrare...	*canne pour les bois*	624,6
	brasse marchande	619,7
	palme pour les marbres	249,3
Cassel, *aune*		569,4
Cologne, *aune*		575,2
Constantinople..	*grande mesure*	669,1
	petite mesure	647,9
Copenhague, *aune danoise*		627,7
Cracovie, *aune*		617,0
Crémone, *brasse* (d'après les *tavole di ragguaglio*)		594,9
Dresde, *aune*		566,5
Ferrare...	*brasse pour la soie (tables italiennes)*	634,4
	brasse pour le coton et le linge (tables italiennes)	673,6
Florence, *brasse*		594,2
Francfort-sur-Mein, *aune*		547,3
Gênes, *palme* (commission génoise)		248,3
Genève, *aune*		1143,7

		Millimètres.
Hambourg..	*aune de Hambourg*.....	573,0
	aune de Brabant.....	691,4
Hanovre, *aune*.....		584,0
Harlem. ...	*aune ordinaire*.....	683,5
	aune de linge.....	742,6
Leyde, *aune*.....		683,1
Leipsik, *aune*.....		565,3
Lisbonne, *vare*.....		1092,9
Lubeck, *aune*.....		577,0
Lucques, *brasse*.....		595,1
Madrid, *vare* (aune de Castille).....		848,0
Mantoue, *brasse*.....		643,8
Milan, *brasse*.....		594,9
Modène, *brasse*.....		648,1
Munich, *aune*.....		833,0
Naples, *canne* = 8 *palmes napolitaines*.....		2096,1
Neufchâtel, *aune*.....		1111,1
Nurenberg, *aune*.....		656,4
Ostende, *aune*.....		699,3
Padoue.....	*brasse pour le drap*.....	681,0
	brasse pour la soie.....	637,5
Palerme, *canne divisée en* 8 *palmes*.....		1942,3
Parme.	*brasse de laine, coton et linge*.	643,8
	brasse de soie.....	594,4
Pavie, *brasse*.....		594,9
Pétersbourg, *archine*.....		711,5
Raguse, *aune*.....		513,2
Riga, *aune*.....		548,2
Rome.....	*canne des marchands divisée en* 8 *palmes*.....	1992,0
	brasse des marchands divisée en 4 *palmes*.....	848,2
	brasse des tisserands divisée en 3 *palmes*.....	636,1
Rostock, *aune*.....		575,2
Stockholm, *aune de Suède*.....		593,7
Stuttgard, *aune de Wurtemberg*.....		614,3
Turin.....	*raso divisé en* 14 *onces* (vassalieandi).....	599,4

		Millimètres.
Varsovie, *aune*		584,6
Vérone	*grande brasse*	649,0
	petite brasse	642,4
Weimar, *aune*		564,0
Venise	*brasse de laine*	683,4
	brasse de soie	638,7
Vicence	*brasse de drap*	690,3
	brasse de soie	637,5
Vienne	*aune de Vienne*	779,2
	aune de la Haute-Autriche	799,7
Zurich, *aune*		600,1

Nota. Les mesures anglaises ont été données par M. Mathieu, page 70.

RÉDUCTION

En millimètres des baromètres anglais et français exprimés en pouces.

BAROMÈT. ANGLAIS.			BAROMÈT. ANGLAIS.			BAROM. FRANÇAIS.		
pouc.	dix.	millimèt.	pouc.	dix.	millimèt.	pouc.	lign.	millimèt.
24	0	609,59	27	4	695,95	26	0	703,82
	1	612,13		5	698,49		1	706,07
	2	614,67		6	701,03		2	708,33
	3	617,21		7	703,57		3	710,59
	4	619,75		8	706,11		4	712,84
	5	622,29		9	708,65		5	715,10
	6	624,83	28	0	711,19		6	717,36
	7	627,37		1	713,73		7	719,61
	8	629,91		2	716,27		8	721,86
	9	632,45		3	718,81		9	724,12
25	0	634,99		4	721,35		10	726,38
	1	637,53		5	723,89		11	728,63
	2	640,07		6	726,43	27	0	730,89
	3	642,61		7	728,97		1	733,15
	4	645,15		8	731,51		2	735,40
	5	647,69		9	734,05		3	737,66
	6	650,23	29	0	36,59		4	739,91
	7	652,77		1	739,13		5	742,17
	8	655,31		2	741,67		6	744,42
	9	657,85		3	744,21		7	746,68
26	0	660,39		4	746,75		8	748,94
	1	662,93		5	749,29		9	751,19
	2	665,47		6	751,83		10	753,45
	3	668,01		7	754,37		11	755,70
	4	670,55		8	756,91	28	0	757,96
	5	673,09		9	759,45		1	760,22
	6	675,63	30	0	761,99		2	762,47
	7	678,17		1	764,53		3	764,73
	8	680,71		2	767,07		4	766,98
	9	683,25		3	769,61		5	769,24
27	0	685,79		4	772,15		6	771,49
	1	688,33		5	774,69		7	773,75
	2	690,87		6	777,23		8	776,01
	3	693,41		7	779,77		9	778,26

COMPARAISON

Des thermomètres Fahrenheit et centigrade.

Fahrenh.	Centigr.	Fahrenh.	Centigr.	Fahrenh.	Centigr.
—4°	— 20°00	33°	0°56	70°	21°11
—3	— 19,44	34	1,11	71	21,67
—2	— 18,89	35	1,67	72	22,22
—1	— 18,33	36	2,22	73	22,78
0	— 17,78	37	2,78	74	23,33
1	— 17,22	38	3,33	75	23,89
2	— 16,67	39	3,89	76	24,44
3	— 16,11	40	4,44	77	25,00
4	— 15,56	41	5,00	78	25,56
5	— 15,00	42	5,56	79	26,11
6	— 14,44	43	6,11	80	26,67
7	— 13,89	44	6,67	81	27,22
8	— 13,33	45	7,22	82	27,78
9	— 12,78	46	7,78	83	28,33
10	— 12,22	47	8,33	84	28,89
11	— 11,67	48	8,89	85	29,44
12	— 11,11	49	9,44	86	30,00
13	— 10,56	50	10,00	87	30,56
14	— 10,00	51	10,56	88	31,11
15	— 9,44	52	11,11	89	31,67
16	— 8,89	53	11,67	90	32,22
17	— 8,33	54	12,22	91	32,78
18	— 7,78	55	12,78	92	33,33
19	— 7,22	56	13,33	93	33,89
20	— 6,67	57	13,89	94	34,44
21	— 6,11	58	14,44	95	35,00
22	— 5,56	59	15,00	96	35,56
23	— 5,00	60	15,56	97	36,11
24	— 4,44	61	16,11	98	36,67
25	— 3,89	62	16,67	99	37,22
26	— 3,33	63	17,22	100	37,78
27	— 2,78	64	17,78	101	38,33
28	— 2,22	65	18,33	102	38,89
29	— 1,67	66	18,89	103	39,44
30	— 1,11	67	19,44	104	40,00
31	— 0,56	68	20,00	105	40,56
32	— 0,00	69	20,56	106	41,11

VALEUR AU PAIR DES MONNAIES,

ET AU KILOGRAMME.

Valeur au pair.

Le pair des monnaies est ce qu'il y a de plus important dans les opérations du change; il est la clé de tout système monétaire, et ce n'est que par lui qu'on peut résoudre toutes les questions de finances et de commerce qui ont pour objet l'appréciation des valeurs. Dès l'instant où ce pair est établi, il est aisé, par un calcul très simple, de convertir en monnaie d'un pays une somme quelconque exprimée en monnaie étrangère, et réciproquement.

Cette conversion résulte de la comparaison exacte du titre, du poids légal et de la valeur intrinsèque de l'unité monétaire d'un pays, avec le titre, le poids légal et la valeur intrinsèque de l'unité monétaire d'un autre pays.

Nous rendrons ceci plus sensible par un exemple.

Supposons qu'on veuille savoir ce que le nouveau souverain d'or d'Angleterre, de la valeur de 20 shillings, vaut en nouvelle monnaie d'or de France ? Le titre (1) légal de ce souverain est 0,917, le poids de 7^g,980855; cette pièce contient en matière pure 7^g,318444035.

---

(1) Loi de novembre 1818.

La pièce de 20 francs de France est au titre légal (1) de 0,900, elle est du poids de $6^g,45161$; elle contient donc $5^g,806449$ d'or fin.

On fera la proportion suivante :

$$5,806449 : 20^f :: 7,318444035 : x = 25^f,2079.$$

Le souverain d'Angleterre vaut donc $25^f\,20^c$, et 79/100es en argent de France.

Tel est le principe qui a servi à trouver le pair des monnaies d'or et d'argent du tableau suivant.

Pour les pays étrangers, et surtout pour la France, nous n'avons pas cru devoir nous borner aux monnaies nouvelles ou courantes ; nous avons pensé que la connaissance des monnaies anciennes, dont il est question dans une foule d'actes publics ou particuliers, ne serait pas sans utilité sous le rapport des intérêts privés, des finances, de l'histoire et des recherches numismatiques.

Il a paru surtout essentiel de donner le pair de la *monnaie de compte* de chaque pays, car souvent cette monnaie n'est pas réelle, mais fictive.

Il n'a pas toujours été possible, faute de renseignements suffisants, d'établir le poids légal et le titre légal de chaque espèce de monnaie, on y a suppléé par le poids et le titre tirés des meilleurs ouvrages sur les monnaies, ou par le titre moyen résultant de plusieurs essais.

(1) Loi du (7 germinal an XI) 28 mars 1803.

Valeur par kilogramme, au Change des Monnaies.

Les poids variant souvent par le plus ou moins d'exactitude de la fabrication, et chaque pièce ayant pu éprouver un affaiblissement de poids dans la circulation, on a l'habitude, dans le commerce et aux Changes des Monnaies, de ne les recevoir qu'au poids; il nous a donc paru utile de donner aussi dans le tableau suivant la valeur du kilogramme de chaque espèce de monnaie, avec d'autant plus de raison que cette valeur a été modifiée par l'ordonnance du 30 juin 1835 et par les nouveaux tarifs du prix des matières et des espèces d'or et d'argent, publiés en exécution de cette ordonnance.

Si l'on remarque une différence entre le titre légal de chaque monnaie et le titre porté au tarif pour le kilogramme, cela tient à ce qu'il est d'usage de ne porter, dans les tarifs des Monnaies, le titre de chaque nature d'espèce qu'avec la déduction de la tolérance et même de l'affaiblissement de titre qui a pu être reconnu par des essais répétés; sans cette déduction, les entrepreneurs de la fabrication pourraient être exposés à une perte plus ou moins grande.

La différence entre les titres légaux et les titres du tarif est moins considérable, en général, pour l'argent que pour l'or, parce que le nouveau mode d'essai de l'argent par la voie humide, adopté en 1830, a fait reconnaître que l'ancien essai, à la coupelle, accusait un titre moins élevé que le titre réel.

On a ajouté, aux valeurs des espèces par kilogrammes, celles des ouvrages d'or et d'argent.

Le tableau ne donne pas la valeur d'un kilogramme d'or ou d'argent à toute espèce de titre; mais rien n'est plus facile que d'obtenir la valeur à un titre quelconque, si l'on considère qu'en général les valeurs sont proportionnelles aux titres.

Ainsi, par exemple, le kilogramme d'argent à 900 valant, au tarif, 198 francs, comme on l'a vu page 56, si l'on veut connaître la valeur d'un kilogramme à 950, on fait la proportion suivante :

$$900 : 198 :: 950 : x = 209 \text{ f.}$$

VALEUR

EN FRANCS

DES MONNAIES

ET DES MATIÈRES

D'OR ET D'ARGENT (1).

(1) *Voyez* page 49 les monnaies décimales de France.

TABLEAU *des valeurs en francs des monnaies,*

Métal.	DÉNOMINATION.
	FRANCE.
Or..	Agnelets de Louis IX à Jean II.....
	—— de Jean II.....
	Franc à pied et à cheval.....
	Ducat de Strasbourg.....
	Ecus d'or, de Charles VI à Louis XIV.....
	Lys d'or, de Louis XIV édit de 1655.....
	Louis avant 1726.
	—— de Louis XIII. 10 Louis, édit de mars 1640.....
	—— 8, 6, 4, 2, 1 et 1 1/2, à proportion.....
	—— de Louis XIV, édits de 1665, 1689, 1693, 1701, 1704.....
	Louis au soleil, édit de 1709.....
	—— de Louis XV, édit de 1715.....
	—— dits de Noailles, édit de 1716.....
	—— à la croix de Malte, édit de 1718.....
	—— dits mirlitons, édit de 1723.....
	Louis depuis 1726, édit de janvier 1726 (refonte).
	—— de Louis XV et Louis XVI, dits à lunettes...
	—— de Louis XVI, à deux écussons carrés, édit de 1785, au génie, 1791 de la république, pièce de 24#, 1793.....
	Valeur réduite des Louis, décret du 12 septembre 1810; savoir:.....
	—— de 48#.....
	—— de 24#.....
	Vaisselle, au 1er titre, au coq, n° 1.....
	Ouvrages id., depuis la loi du 19 brum. an VI (9 nov. 1797).....
	Médailles, jetons, pièces de mariage.....
	Vaisselle aux trois poinçons anciens de Paris...
	Ouvrages d'or au 2e titre, marqués depuis la loi du 19 brum. an VI.....

° *au pair par pièce;* 2° *au tarif par kilogramme.*

Poids légal.	Titre légal.	Valeur des pièces.	Titre du tarif.	Valeur du kilogramme.
4g091		13f95c		
4,707	990	16 50	982	3375f90c
3,885		" "		
3,505	985	11 89	980	3369 02
3,376	958	11 14	948	3259 01
4,045	969	13 50	"	" "
67,518		213 26		
" "		" "		
6,752		21 33		
8,160	917	25 87	905	3111 19
Id.		Id.		
12,238		38 65		
9,870		31 17		
6,527		23 25		
8,158		25 77		
8,158		25 77		
7,648		24 15		
	917		900	3094 00
" "		47 20		
" "		23 55		
" "		" "	919	3159 32
" "	920	" "	917	3152 44
" "		" "	916	3149 00
" "		" "	906	3144 63
" "	840	" "	837	2877 42

Métal.	DÉNOMINATION.
	FRANCE. (Suite.)
Or..	Ouvrages et bijoux au 3e titre, marqués avant ladite loi.....
	Idem depuis ladite loi.....
Arg.	Anciennes pièces de France de 20, 10 et 4 sols..
	Lys d'argent de Louis XIV, édit de 1655.....
	Ecu de Flandre, dit Carambole, de 64 patards, édits de 1685, 1693, 1701, 1704.....
	Pièces de 34 sols 6 deniers de Strasbourg, édits de 1701 et 1704.....
	—— de 33 sols id., édit de 1704.....
	—— de 40 sols id. (Louis XV), édit de 1715.....
	Livre d'argent, ou franc au 2 L —, édit de 1719.
	—— de Henri III à Louis XIV, quart d'écu.....
	—— de Louis XIII et Louis XIV, Louis d'argent ou écu blanc, édits de 1641, 1679, 1689, 1693, 1701, 1704.....
	—— de Louis XIV et Louis XV, écu aux 3 couronnes, édits de 1709 et 1715.....
	—— de Louis XV, écu dit de Navarre, édit de 1718.
	Ecu aux armes de France, édit de 1720.....
	Louis d'argent, édit de 1720.....
	Ecu, édit de 1724.....
	Ecu (refonte générale), édit de 1726.....
	—— De Louis XVI, écu aux armes.....
	Id., écu au génie (décret du 9 avril 1791).....
	—— de la république, décret du 6 février 1793.
	Ecu de 3#, pièces de 24s, 12s, 6s, à proportion .
	Pièces de 30s ou de 1f 50c.....
	—— de 15s ou de 75c.....
	Valeur réduite des monnaies duodécimales, décret du 12 sept. 1810..... { Ecu de 6# / — de 3#

(1) Il est dû aux porteurs des espèces duodécimales, outre la Une bonification pour la portion d'or qu'elles contiennent.... ....

Poids légal.	Titre légal.	Valeur des pièces.	Titre du tarif.	Valeur du kilogramme.
" "	"	" "	750	2578f 33c
" "	750	" "	747	2568 02
" "	"	" "	827	181 94
8g002	958	1f 71c	"	" "
37,654	858	7 18	862	189 64
15,085	833	2 79	"	" "
		1 72	"	" "
9,294		2 29	"	" "
12,392				
3,739	1000	0 83	981	215 82
9,561	917	1 95	917	201 74
27,449		5 59		
30,594		6 23		
24,475		4 99		
8,158		1 66		
23,591		4 81		
29,488	917	6 01	911	200f 42c (1)
" "		" "		
10,137	667	1 50	667	146 74
5,068		75		
		5 80		
		2 55		

valeur du kilogramme. 200f42c
. . . . . 1 19
Valeur totale du kilogramme..... 201f61c

Métal.	DÉNOMINATION.
	FRANCE. (Suite.)
Arg.	Décret du 18 août 1810..... Pièce de " 24s. — de " 12s. — de " 6s.
	Livre tournois (ancienne monnaie de compte), loi du 25 germin. an IV.....
	Jetons de France, anciens.....
	Argenterie, poinçons de Paris, plate, non soudée et soudée, marquée avant la loi du 19 brumaire an VI (9 novembre 1797).....
	Argenterie, vaisselle plate, non soudée et marquée depuis ladite loi.....
	Médailles et jetons depuis 1832, marqués sur tranche d'une lampe antique.....
	Vaisselle montée de Paris, marquée avant la loi du 19 brumaire an VI.....
	Vaisselle plate des départements, non soudée. —— *Idem.* —— *Idem.* —— et montée, marquée depuis ladite loi.....
	Vaisselle plate soudée et montée des départements, avant ladite loi.....
	Argenterie de France au 2e titre, marquée depuis ladite loi.....
	EMPIRE D'AUTRICHE.
Or..	Ducat ancien et *ad legem imperii*, d'Autriche, de Hongrie ou de Cremnitz, de Bohème, de Transylvanie.....
	—— de Saltzbourg.....
	—— impérial, depuis Joseph II.....
	Souverain (ordonnance de 1749).....
Arg.	Risdale de constitution de l'empire (species-reichsthaler).....
	Florin d'Autriche.....
	Risdale de convention depuis 1753.....
	Florin (gulden), *monnaie de compte* réelle, ou 1/2 risdale.....
	Thalari.....

Poids légal.	Titre légal.	Valeur des pièces.	Titre du tarif.	Valeur du kilogramme.
		1f 00c 50 25		
" "	"	99		
			953	209f 66c
" "	958	" "	950	209 00
" "	950	" "	947	208 34
" "	"	" "	941	207 02
" "	"	" "	937	206 14
" "	"	" "	930	204 60
" "	800	" "	797	175 34
3g490	986	11 85	984	3382 77
" "	"	" "	980	3369 02
	984	11 81		
11,112	919	35 17	915	3145 57
28,735	878	5 61	879	193 38
" "	"	" "	876	192 72
28,064	833	5 19	837	184 14
14,032		2 60		
" "	"	" "	811	178 42

Métal.	DÉNOMINATION.
	EMPIRE D'AUTRICHE (Suite.)
Arg.	13 loths d'Allemagne.....
	20 kreutzers ou $^1/_6$ de risdale, de convention depuis 1753.....
	24 kreutzers.....
	10 kreutzers, ou $^1/_{12}$ de risdale.....
	12 kreutzers.....
	Raguse.
Arg.	Talaro, ou ragusine.....
	Ducat.....
	12 grossettes.....
	Argenterie d'Allemagne, marquée d'une scie..
	Roy. Lombardo-Vénitien.
Or..	Ecu (scudo d'Oro).....
	Oselle (ozella d'Oro).....
	Sequin (zecchino).....
	Ducat (ducato d'Oro).....
	Pistole de Milan, ou doppia.....
	—— de Venise.....
	40 fr., royaume d'Italie (Napoléon).....
	20 fr. *id.* *id.*.....
	Souverain (patente 1823).....
Arg.	$^1/_2$ souverain, ou 20 liv. d'Autriche.....
	Philippe de Milan.....
	Ducat effectif de 8 livres, Piccolis, $^1/_2$, $^1/_4$.....
	Pièce de 10#.....
	Talaro, $^1/_2$, $^1/_4$, $^1/_8$.....
	Ecu de 6# d'Autriche (patente du 1er novembre 1823).....
	3#, 1#, $^1/_2$#, ou 50c, $^1/_4$#, ou 25 c. à proportion.
	Livre (monnaie de compte).....

Poids légal.	Titre légal.	Valeur des pièces.	Titre du tarif.	Valeur du kilogramme.
" "	"	" "	810	178f 20c
6g639	581	0f 86c	586	128 92
" "	"	" "		
3,898	500	0 43	498	109 56
" "	"	" "		
29,400	600	3 90	"	" "
13,666	450	1 37	"	" "
4,140		0 41	"	" "
" "	"	" "	762	167 64
41,908	1000	144 35	996	3424 03
13,969		48 11		
3,452		11 89		
2,178		7 50		
6,320	908	19 76	906	3114 63
" "		" "		
12,903	900	40 00	900	3094 00
6,451		20 00		
11,332		35 13		
5,666		17 56		
" "	"	" "	941	207 02
28,682	826	5 26	817	179 74
" "		" "		
25,986	900	5 20	"	" "
" "				
4,331		0 86		

Métal.	DÉNOMINATION.
	ROYAUME DE BAVIÈRE.
Or..	Ducat de Bavière de 1764 à 1800, —— du Danube, —— de l'Iser, —— de l'Inn, —— d'Augsbourg, —— de Nurenberg, —— de Ratisbonne, —— de Wurtzbourg.....
	Pistole du Palatinat.....
	Carolin, ou 3 florins d'or de Bavière.....
	—— *Id.* du Palatinat.....
	Maximilien, ou 2 florins de Bavière.....
Arg.	Gros écu du Palatinat.....
	Ecu, ou risdale de convention (species-reichsthaler) de Bavière, —— de Nuremberg, —— de Ratisbonne, de Wurtzbourg.....
	Ecu aux armes, ou risdales de Bavière.....
	Id. d'Anspach.....
	Ecu vieux de Bareuth.....
	Kopfstuck, ou 24 kreutzers de 1800.....
	Risdale courante, *monnaie de compte*.....
	Florin (gulden) *id*.....
	Ecu, ou couronne (krontaler).....
	6 kreutzers.....
	ROYAUME DE BELGIQUE.
Or..	Ducat de Brabant (Albert et Élisabeth).....
	—— de Liége.....
	Double souverain de Flandre et des Pays-Bas autrichiens (1790).....
	Lion d'or, 14 florins.....
	Albertus et écu d'or de Flandre et des Pays-Bas (Belgique) aux armes et à la croix de saint André depuis 1611.....
	Pièce de 40 fr. (loi du 5 juin 1832).....
	—— de 20 fr. *id*.....
Arg.	Ducaton de Liége.....
	Couronne de Brabant, ou croison.....
	Ecu de Brabant.....
	Lion d'argent de Belgique.....

Poids légal.	Titre légal.	Valeur des pièces.	Titre du tarif.	Valeur du kilogramme.
38490	986	11f 85c	980	3369f 02c
" "	"	" "	898	3087 12
9,744	771	25 66	767	2636 78
6,496		17 18		
" "	"	" "	984	216 48
28,064	833	5 19	830	182 60
" "	"	" "	823	181 06
	"	" "	734	161 48
6,643	583	0 86	"	" "
" "	"	3 24	"	" "
" "	"	2 16	"	" "
29,540	872	5 72	"	" "
2,699	833	0 20	"	" "
" "	"	" "	980	3369 02
11,141	919	35 26	915	3145 57
8,286	917	26 17		
" "	"	" "	887	3049 31
12,903	900	40 00	"	" "
6,451		20 00		
" "	"	" "	921	202 62
29,532	873	5 73	876	192 72
" "	"	" "	874	192 28
32,929	873	6 38		

Métal.	DÉNOMINATION.
	ROYAUME DE BELGIQUE. (Suite.)
Arg.	Ducaton et écu de Flandre et des Pays-Bas autrichiens.
	Double et simple escalins de Brabant.
	—— *Idem* et plaquettes de Liége.
	Plaquette, ou 1/2 escalin de Brabant.
	5 sols et 2 sols 1/2 de Brabant et de Belgique.
	Florin courant, *ancienne monnaie de compte*.
	Pièce de 5 fr.
	2 fr., 1 fr., 50 c. et 25 c., à proportion.
	1 franc nouvelle monnaie de compte réelle.
	ROYAUME DE LA GRANDE-BRETAGNE.
Or.	Guinée de 21 shillings.
	1/2, 1/3 et 1/4, à proportion.
	Souverain de 20 shillings, depuis 1818.
	Vaisselle d'or au 1er titre.
	Ouvrages d'or, marqués d'une couronne et du n° 18 (karats).
	Livre sterling, *monnaie de compte*.
Arg.	Crown, ou couronne, de 5 shillings (ancienne).
	Shilling ancien.
	Crown, ou couronne, depuis 1818.
	Shilling id.
	Vaisselle d'argent.
	Ecu de banque, ou dollars (Georges III).
	3, 1, 1/2 shilling, à proportion.
	Malte.
Or.	Sequin de Malte.
	Double Louis d'Emm. de Rohan.
	Louis, et 1/2, à proportion.
Arg.	Ecu, ou once de 30 tarins, id.
	ROYAUME DE DANEMARCK.
Or.	Ducat fin, ou species de 1791 à 1802.
	Ducat courant à la couronne depuis 1767.
	Chrétien d'or 1773.

Poids légal.	Titre légal.	Valeur des pièces.	Titre du tarif.	Valeur du kilogramme.
" "	"	" "	862	189f 64c
" "	"	" "	578	127 16
" "	"	" "	573	126 06
" "	"	" "	505	111 10
" "	"	" "	414	91 08
" "	"	1f 81c		
25g00		5 "		
" "	900	" "	"	
" "		1 "		
8,380		26 47		
" "		" "		
7,981	917	25 21	915	3145 57
" "		" "		
" "	"	" "	748	2571 46
" "	"	25 21		
30,074		6 16		
6,015		1 24		
28,251	925	5 81	923	203 06
5,650		1 16		
" "		" "		
26,717	893	5 32	896	197 12
" "		" "		
" "	"	" "	975	3351 83
16,572	843	48 12	840	2887 73
" "		" "		
29,683	833	5 49	834	183 48
3,519	979	11 86	980	3369 02
3,143	875	9 47	871	2994 30
6,735	903	20 95	"	" "

Métal.	DÉNOMINATION.
	ROYAUME DE DANEMARCK. (Suite.)
Arg.	Risdale d'espèce, ou double écu de 6 marcs ou 96 shillings danois depuis 1776.....
	2/3, 1/2, 1/3, à proportion.....
	Risdale courante de 1749 (*monnaie de compte*)..
	Risdales et couronnes de 1704 à 1765 (Frédérick IV et V).....
	Marck danois de 16 shillings, 1776.....
	ROYAUME D'ESPAGNE.
Or..	4 pistoles, ou quadruple frappé au balancier, aux armes et à l'effigie, avant 1772.....
	—— de 1772 à 1786.....
	—— depuis 1786.....
	2 pistoles, 1, 1/2, à proportion.....
	Petit écu d'or, ou veinten, avant 1772.....
Arg.	Piastre aux deux globes, mexicaine et sévillane..
	—— avant 1772.....
	—— à l'effigie, depuis 1772.....
	1/2, 1/4, 1/8, 1/16 de piastre, à proportion....
	Monnaie provinciale :
	1/5, 1/10, 1/20 de piastre, avant 1772.....
	—— *Id.* —— depuis 1772.....
	Monnaie de compte :
	Réale de plate.....
	Réale de veillon.....
	CONFÉDÉRATION GERMANIQUE.
	Grand-duché de Bade.
Or..	Ducat (*ad legem imperii*).....
	3, 2 et 1 florins, ou carolins.....
	Florin de Bade-Dourlach.....
	Pièce de 10 florins, depuis 1819.....
	—— 5 *id*.....
Arg.	2 florins anciens.....
	1 florin *id*.....
	Florin *id.* de Bade-Dourlach.....

Poids légal.	Titre légal.	Valeur des pièces.	Titre du tarif.	Valeur du kilogramme.
29g126	875	5f66c	879	193f38c
" "		" "		
26,800	833	4 96	827	181 94
" "	"	" "		
" "	688	" "	"	" "
27,045	917	85 42	909	3124 94
	901	83 93	893	3069 94
	875	81 51	"	" "
" "	"	" "	"	" "
1,753	902	5 46	902	3100 88
27,045	917	5 49	910	200 20
	903	5 43	900	198 00
" "	"	" "	"	" "
" "	"	" "	834	183 48
" "	"	" "	812	178 64
" "	"	0 54	"	" "
" "	"	0 27	"	" "
3,490	986	11 85	980	3369 02
" "	"	" "	758	2605 84
" "	"	" "	757	2602 40
6,878	902	21 37	900	3094 00
3,439		10 68		
25,450	750	4 18	"	" "
12,725		2 09		
" "	"	" "	745	163 90

Métal.	DÉNOMINATION.
	Grand-duché de Bade. (Suite.)
Arg.	3 florins (gulden) nouveaux.....
	2, 1, 1/2, à proportion.....
	Duché de Brunswick.
Or..	Ducat de ——, Wolfenbutel, Lunebourg.....
	Florins de 10 et 5 thalers, id., jusqu'en 1813...
Arg.	Risdale de convention.....
	Ecu de Brunswick.....
	4 gros, ou 1/6 d'écu (au petit cheval), de 1764 à 1802.....
	Francfort.
Or..	Ducat (*ad legem imperii*).....
	Monnaie de compte :
Arg.	Risdale, ou thaler de 90 kreutzers.....
	Florin (gulden) de 60 kreutzers.....
	Hambourg.
Or..	Ducat (*ad legem imperii*).....
	Ducat nouveau de la ville.....
Arg.	Ecu de Hambourg.....
	Risdale ancienne de constitution.....
	Marc, ou 16 shillings, convention de Lubeck...
	Marc-banco (*monnaie de compte*).....
	Grand-duché de Hesse-Électorale.
Or..	Pistole à l'étoile de Hesse-Cassel.....
	Pièce de 20 fr. de Westphalie (Jérôme Napoléon).
	Grand-duché de Hesse-Darmstadt.
Or..	Ducat (*ad legem imperii*).....
	Carolin (Ernest-Louis).....
	10 florins nouveaux.....
Arg.	Kopfstuck, ou 20 kreutzers et 10 kreutzers.....
	Florin de Mayence.....
	Ecu nouveau (kronenthaler).....
	Pièce de 6 kreutzers.....
	—— 3 —— .....
	—— 1 —— .....

Poids légal.	Titre légal.	Valeur des pièces.	Titre du tarif.	Valeur du kilogramme.
32g795	871	6f35c	"	" "
" "		" "		
" "	"	" "	980	3369f02c
" "	"	" "	901	3097 44
28,064	833	5 19	"	" "
" "	"	" "	830	182 60
" "	"	" "	561	123 42
3,490	986	11 85	980	3369 02
" "	"	3 90	"	" "
" "	"	2 60		
3,490	986	11 85	980	3369 02
3,488	979	11 76	978	3362 15
" "	"	" "	879	193 38
29,233	889	5 78		
9,164	750	1 53	"	" "
" "	"	1 88	"	" "
" "	"	" "	892	3066 50
6,451	900	20 00	900	3094 00
3,490	986	11 85	980	3369 02
9,742	771	25 87	772	2653 96
6,749	900	" "	"	" "
" "	"	" "	737	162 14
" "	"	" "	752	165 44
29,500	871	5 71	"	" "
2,430	344	0 18		
1,386	281	0 09	"	" "
0,594	219	0 03		

Métal.	DÉNOMINATION.
	Lubeck. (Voyez *Hambourg.*)
Arg.	Ecu de Lubeck.....
	Grand-duché de Luxembourg.
Arg.	Pièce de 12 sols.....
	Id. de 6 sols.....
	Grand-duché de Mecklembourg.
Arg.	Florins.....
	Duché de Nassau.
Arg.	Gros écu de Nassau-Weilbourg (Fein-Silber)...
	ROYAUME DE GRÈCE.
Arg.	Phénix (Capo d'Istria).....
	5 drachmes (Othon).....
	1 dr., et 1/2, à proportion.....
	ROYAUME DE HANOVRE.
Or..	Ducat de Georges I, 1724.....
	Ducat (*ad leg. imp.*).....
	4 florins de Georges II.....
	2 fl., 1, et 1/2, à proportion.....
Arg.	Ecu, ou florin de 24 mariengroschen, ou 2/3, de Georges II.....
	1/2, et 1/4, à proportion.....
	Ecu de Hanôvre, ou risdale de constitution....
	CONFÉDÉRATION HELVÉTIQUE.
	Bâle.
Or..	Ducat ancien.....
	Pistole.....
	Florin.....
Arg.	Ecu de 30 batz, ou 2 florins.....
	1/2 —— de 15 batz, ou florin.....
	Ecu de 40 batz, depuis 1798.....
	Berne.
Or..	Ducat.....
	8 ——, 6 ——, 4 ——, 2 ——, à proportion.

Poids légal.	Titre légal.	Valeur des pièces.	Titre du tarif.	Valeur du kilogramme.
" "	"	" "	737	162f 14c
" "	"	" "	837	184 14
" "	"	" "	650	143 00
" "	"	" "	613	134 86
" "	"	" "	978	215 16
4g476 22,385 " "	900	0f 90c 4 48	"	" "
3,452	1000	11 89	995	3420 59
3,491	986	11 85	980	3369 02
12,992 " "	781	34 95 " "	777	2671 15
13,066 " "	1000	2 90 " "	996	219 12
29,213	878	5 70	879	193 38
3,400	917	10 74	"	" "
7,649	891	23 47	889	3056 18
3,187	695	7 63	"	" "
23,386 11,693	878	4 56 2 28	" 869	" " 191 18
29,480	901	5 90	"	" "
3,452 " "	979	11 64 " "	"	" "

Métal.	DÉNOMINATION.
	Berne. (Suite.)
Or..	Pistole. .....
Arg.	Ecu.....
	4 franken, de 1799..... .....
	Genève.
Or..	Pistole ancienne, 1722.....
	3 pistoles neuves.....
Arg.	Patagon de 3 livres courantes, 1721.....
	Génevoise, ou gros écu.....
	Saint-Gall.
Arg.	Ecu ancien.....
	Lucerne.
Arg.	Ecu ancien.....
	Schaffouse.
Arg.	Ecu.....
	Soleure.
Arg.	Ecu de 40 batz, depuis 1798.....
	Underwal.
Arg.	Florin ....
	Zurich.
Or..	Ducat.....
	Double, et demi, à proportion.....
Arg.	Ecu, 1761.....
	Ecu de 1781.....
	1/2 écu ou florin, *id*.....
	République helvétique.
Or..	32 franken, de 1799 à 1804.....
	16 id. id.....
Arg.	4 franken.....
	2 id.... .....
	1 franc (monnaie de compte).....
	40 batz, ou écu, 20 batz, 10 —— et 5——, poids et titre semblables.....

Poids légal.	Titre légal.	Valeur des pièces.	Titre du tarif.	Valeur du kilogramme.
7g648	902	23f 76c	"	" "
29,426	903	5 90	"	" "
29,370	901	5 88	"	" "
6,772	906	21 13	"	
17,103	914	53 84	913	3138f 69c
27,248	854	5 17	844	185 68
30,382	868	5 86	"	" "
" "	"	" "	862	189 64
" "	"	" "		
" "	"	" "	907	199 54
29,480	901	5 90	"	" "
" "	"	" "	836	183 92
3,491	979	11 77	"	" "
" "		" "		
27,939	819	5 08	813	178 86
25,057	844	4 70	"	" "
12,528		2 35		
15,297	904	47 63	900	3094 00
7,648		23 81		
30,049	900	6 00	"	" "
15,025		3 00		
7,512		1 50		
" "	"	" "	"	" "

Métal.	DÉNOMINATION.
	ÉTATS D'ITALIE.
	Duché de Modène.
Or..	Quadruple pistole.....
	Duché de Parme.
Or..	4 pistoles, depuis 1785.....
	8 et 1, à proportion.....
	40 francs (Marie-Louise) [1815].....
	20 francs *id*.....
Arg.	Ducaton de Parme.....
	Ducat (ducato) de 1784 à 1796.....
	Pièce de 5 liv. (Marie-Louise) depuis 1815.....
	1 livre (lira), *nouv. monnaie de compte*.....
	2 liv., 1/2 ——, 1/4 ——, à proportion.....
	Duché de Toscane.
Or..	Triple sequin, ou ruspone au lys.....
	1/3, ou sequin, et 1/2 sequin, à proportion.....
	Sequin à l'effigie.....
	Pistole de Florence, ou doppia.....
	Rosine, ou pièce à la rose.....
Arg.	Francescone, ou livournine, ou piastre à la rose, ou talaro, ou léopoldine et écu de 10 pauls...
	8 pauls, 5 ——, 2 ——, 1 ——, à proportion..
	Vieux ducaton (Cosme III).....
	10 livres, ou *dena*, du royaume d'Etrurie, à l'effigie de la reine et de son fils (1803).....
	Livre (lira) [*monnaie de compte*].....
	(*Voyez* Etats Romains.)
	ROYAUME LOMBARDO-VÉNITIEN. (*Voyez* Autriche.)
	ROYAUME DES PAYS-BAS.
Or..	Ducat de Hollande.....
	—— de Guillaume.....
	Ryders.....
	20 florins et 10 florins (Louis Napoléon).....
	10 florins de Guillaume, de 1818.....
	5 florins *id*.....

Poids légal.	Titre légal.	Valeur des pièces.	Titre du tarif.	Valeur du kilogramme.
" "	"	" "	878	3018f37c
28g576	875	86f 12c	"	" "
" "		" "		
12,903	900	40 00	900	3094 00
6,451		20 00		
" "	"	" "	921	202 62
25,707	906	5 18	"	" "
25,000	900	5 00	904	198 88
5,000		1 00		
" "		" "		
10,464	1000	36 04	993	3413 71
" "		" "		
3,488		12 01		
6,692	915	21 09	913	3138 69
6,976	896	21 54	892	3066 50
27,507	917	5 61	910	200 20
" "		" "		
21,231	958	6 65	957	210 54
39,443		8 40		
" "	"	0 84	"	" "
3,482	982	11 78	978	3362 15
3,490	986	11 85	980	3369 02
9,940	917	31 40	916	3149 00
" "	"	" "		
6,729	900	" "	900	3094 00
3,364				

Métal.	DÉNOMINATION.
	ROYAUME DES PAYS-BAS. (Suite.)
Arg.	3 florins (drye gulden) des Provinces-Unies et de Louis Napoléon.....
	Risdale, ou ducat de Hollande, et 1/2 ——.....
	1 florin ancien (*monnaie de compte*).....
	3 florins depuis 1818.....
	1 florin, ou 100 cents (*nouv. mon. de compte.*)..
	1/2 ——, ou 50 cents.....
	1/4 ——, ou 25 cents.....
	1/10 ——, ou 10 cents.....
	1/20 ——, ou 5 cents.....
	Doubles tyes de Hollande.....
	Luxembourg. (Voyez *Confédération germanique.*)
	ROYAUME DE POLOGNE.
Or..	Ducat de 18 florins zlotes (1771 à 1791).....
	Ducat de Pologne.....
Arg.	Risdale.....
	ROYAUME DE PORTUGAL.
Or..	*Dobrao* de 20,000 reis, jusqu'en 1832.....
	1/2 ——, 1/5 ——, 1/10 ——, 1/20, à proportion.
	Portugaise (*moeda douro*), ou Lisbonine de 4,000 reis.....
	1/2 (*meia moeda*), 1/4, ou *quarthino*, à propor. (1).
	Dobra de 12,8000 reis.....
	1/2 (*meia dobra*), ou portugaise, de 6.400 reis..
	1/4, ou 16 testons, 1/8, ou 8 testons, à proport..
	Cruzade d'or neuve de 480 reis.....
	Millerée (possession d'Afrique).....
Arg.	Cruzade neuve de 480 reis.....
	—— de 1,000 reis.....
	Mille reis (*monnaie de compte*).....
	Cruzade vieille (*id.*).....

(1) Les pièces ci-dessus ont été augmentées de 1/5, et comptent

Poids légal.	Titre légal.	Valeur des pièces.	Titre du tarif.	Valeur du kilogramme.
318550	910	6f 38c	911	200f 42c
" "	"	" "	869	191 18
" "		1 16		
32,298		6 41		
10,766	893	2 14	897	197 34
5,383		1 07		
4,230		0 53		
1,692	569	0 21	574	126 28
0,846		0 11		
" "	"	" "	533	117 26
3,490	986	11 85	980	3369 02
" "	"	" "	975	3351 83
28,064	833	5 19	"	" "
53,699		169 61		
" "		" "	"	
10,752		33 96		
" "	917	" "	914	3142 13
28,629		90 43		
14,334		45 27		
" "		" "		
1,062		3 35		
1,275	"	4 03		
14,633	903	2 94	900	198 "
" "	"	6 12	"	" "
" "	"	7 07	"	" "
" "	"	2 83	"	" "

pour 24,000 reis, 12,000, 4,800, 2,400, 1,200 reis.

Métal.	DÉNOMINATION.
	ROYAUME DE PRUSSE.
Or..	Ducat fin.....
	Frédéric depuis 1752.....
	Double, et $^1/_2$, à proportion.....
Arg.	Ecu, risdale ou thaler (*monnaie de compte*) de 30 silbergros.....
	Id. de 24 bons gros, et 12.....
	$^1/_6$ d'écu, ou 5 silbergros.....
	$^1/_{30}$ ——, ou 1 *id*.....
	$^1/_{12}$ de thaler, ou 2 gros.....
	Brandebourg.
Or..	Ducat de Anspach et Bareuth.....
	Carolin *id*.....
Arg.	Ecu, ou risdale d'Anspach.....
	Cologne.
Or..	Ducat.....
	Florin, ou carolin.....
Arg.	Kopfstucks.....
	Trèves.
Arg.	Petermen.....
	ÉTATS ROMAINS.
Or..	Pistole de Pie VI, de Pie VII, Rome, Bologne...
	Sequin de Clément XIV, 1769, et de ses successeurs, *id.*, *id*.....
	$^1/_2$ pistole et $^1/_2$ sequin, à proportion.....
Arg.	Teston de Rome, écu de 10 pauls, ou 100 baïoques.....
	Teston de 30 baïoques, $^1/_5$ et $^1/_{10}$, à proport..
	Ecu, ou couronne (*monnaie de compte*).....
	Couverts de Rome, clés en sautoir.....
	EMPIRE DE RUSSIE.
Or..	Ducat à l'aigle éployée et à la croix de Saint-André, de 1755 à 1763.....

Poids légal.	Titre légal.	Valeur des pièces.	Titre du tarif.	Valeur du kilogramme.
3g490	986	11f85c	978	3362f 15c
6,682	903	20 78	897	3083 69
" "		" "		
22,273	750	3 71	"	" "
" "	"	" "	746	164 12
5,341	516	0 61	514	113 08
2,192	222	0 11	"	" "
" "	"	" "	354	77 88
" "	"	" "	980	3369 02
" "	"	" "	767	2636 78
" "	"	" "	823	181 06
3,490	986	11 85	980	3369 02
" "	"	" "	767	2636 78
" "	"	" "	737	162 14
" "	"	" "		
5,471	917	17 28	909	3124 94
3,426	1000	11 80	994	3417 15
" "	"	" "	"	" "
26,437	917	5 41	910	200 20
" "		" "		
" "	"	5 36	"	" "
" "	"	" "	826	181 72
3,495	979	11 78	973	3344 96

Métal.	DÉNOMINATION.
	EMPIRE DE RUSSIE. (Suite.)
Or.	Ducat *id.* de 1763.....
	Pièces de 10 et 5 roubles, de Paul 1er et d'Alexandre 1er.....
	Impériale de 10 roubles, de 1755 à 1763. .....
	Id. depuis 1763.....
	Pièce de 5 roubles, à proportion.....
Pla.	Pièce de 12 roubles.....
	6 roubles et 3 roubles, à proportion.....
Arg.	Rouble de 100 kopecks, de 1750 à 1763.....
	—— de 1763 à 1798.....
	Rouble depuis 1798 (*monnaie de compte*).....
	Argenterie marquée d'un aigle, d'un A surmonté d'une croix.....
	Voy. Pologne.
	ROYAUME DE SARDAIGNE.
	Génes.
Or.	Génovine de 100 livres.....
	1/2, 1/4, 1/8, à proportion.....
	—— de 96 livres.....
	48 liv., 24 liv., 12 liv., à proportion.....
	—— *Id.* de la république ligurienne.....
	Sequin.....
	1/2 et 1/4, à proportion.....
Arg.	Croizat, ou vieux écu.... .....
	Ecu de banque.....
	Géorgine vieille.....
	Double madonine.....
	Ecu de saint Jean-Baptiste.....
	Ecu de la république ligurienne .....
	Piémont, Savoie et Sardaigne.
Or.	Sequin à l'annonciade.....
	4, et 1/2, à proportion.....
	Double pistole avant 1755.....

Poids légal.	Titre légal.	Valeur des pièces.	Titre du tarif.	Valeur du kilogramme.
3g473	969	11f 59c	965	3317f 46c
" "	"	" "		
16,585		52 38		
13,072	917	41 29	915	3145 57
" "		" "		
41,400	"	48 00	"	" "
" "	"	" "		
25,870	802	4 61	792	174 24
24,011	750	4 00	748	164 56
20,640	874	4 00	874	192 28
" "	"	" "	789	173 58
28,168		88 39		
" "		" "		
25,177	911	79 00	909	3124 94
" "		" "		
3,487	1000	12 01	995	3420 59
" "		" "		
38 402	955	8 15	957	210 54
20,768	913	4 21	914	201 08
" "	"	" "	862	189 64
9,030	833	1 67	830	182 60
33,250	889	6 57	"	" "
3,452	995	11 84	986	3389 65
" "		" "		
13,279	898	41 07	892	3066 50

Métal.	DÉNOMINATION.
	Piémont, Savoie et Sardaigne. (Suite.)
Or.	Pistole neuve (doppia), édit de 1755.....
	Carlin depuis 1755.....
	Carlin neuf de 5 pistoles, édit de 1785.....
	Pistole *id*.....
	Carlin de Sardaigne, édit de 1768.....
Arg.	Ecu (scudo nuovo) avant 1816.....
	1/2, 1/4, ou 30 sols, 1/8, ou 15 sols, à proport..
	Ecu de Sardaigne, édit de 1768.....
	1/2 et 1/4, à proportion.....
	Lira (*mon. de compte anc.*).....
	Monnaies décimales.
Or.	Pièce de 20 fr., dite Marengo (an 9).....
	Quadruple de 80 liv., depuis 1816.....
	Pistoles de 40 liv. et de 20 liv., à proportion....
Arg.	Ecu de 5 liv. (Gaule Subalp., an 9).....
	—— de Sardaigne, 1816.....
	2 liv., 1 liv., 1/2, 1/4, à proportion.....
	Livre nouvelle (*monnaie de compte*).....
	ROYAUME DE SAXE.
Or.	Ducat (Frédéric-Auguste II), édit de 1763.....
	Auguste, ou 5 thalers.....
	10 thalers et 2 thalers 1/2, à proportion.....
Arg.	Risdale d'espèce, ou écu de convention, *id*.....
	1/2, ou florin.....
	Thaler de 24 bons gros (*monnaie de compte*)....
	1/6 d'écu, ou 4 gros, depuis 1763; 1/8 de risdale
	1/2 écu, ou 2 gros, 1/16 de risdale, *Id*.....
	ROYAUME DES DEUX-SICILES.
	Sicile.
Or.	Once de Sicile depuis 1748.....
	—— à l'aigle couronné (légende : *Hispaniæ infans*).....
	—— au phénix.....
Arg.	Ecu de 12 tarins, ou 120 grains (1818).....
	6 tarins, ou 60 grains, 40 grains, à proport....

Poids légal.	Titre légal.	Valeur des pièces.	Titre du tarif.	Valeur du kilogramme.
98620	906	30f 02c	902	3100f 88c
48,100		150 10		
45,587		142 25		
9,117		28 45		
16,056	888	49 11	"	" "
35,169	906	7 08	907	199 54
" "				
23,590	896	4 70	"	" "
" "		" "		
" "	"	1 17	"	" "
6,451	900	20 00	"	" "
25,806	900	80 00	900	3094 00
" "		" "		
25,00	900	5 00	904	198 88
" "		" "		
5,00		1 00		
3,490	986	11 85		3369 02
6,670	903	20 75	"	" "
" "		" "		
28,064	833	5 19	"	" "
14,032		2 59		
" "	"	3 90	"	" "
" "	"	" "	544	119 68
" "	"	" "	439	96 58
4,399	906	13 73	"	" "
4,408	859	13 04	854	2935 86
" "	"	" "	840	2887 73
27,533	833	5 10	827	181 94
" "		" "		

Métal.	DÉNOMINATION.
	Naples et Sicile.
Or..	6 ducats, ou doppia, de 60 carlins (de don Carlos).
	Id. de Ferdinand IV.....
	Pièce de 20 fr. (Murat).....
	Décuple de 30 ducats (loi de 1818).....
	Quintuple de 15 ducats, *id* ....
	3 ducats, ou once nouvelle.....
Arg.	Ducat de Charles VI.....
	Monnaie blanche de Naples.....
	12 carlins de 120 grains, de Charles VI, don Carlos et Ferdinand IV.—6 carlins, ou 60 grains.
	Ducat de 10 carlins de 100 grains, ordon. de 1784
	—— *Id.* —— depuis 1804.....
	Ducat royal (*monnaie de compte*).....
	2 carlins, 1 carlin, à proportion.....
	Ecu de 5 livres (Murat).....
	12 carlins de 120 grains, depuis 1804, et loi de 1818.....
	6 —— et 3 ——, à proportion.....
	ROYAUME DE SUÈDE.
Or..	Ducat..... .....
	1/2 et 1/4, à proportion.....
Arg.	Risdale d'espèce (*monnaie de compte*) de 48 shillings, de 1720 à 1802.....
	2/3 et 1/3, à proportion.....
	EMPIRE DE TURQUIE.
Or..	Fondouklis anciens.....
	—— de 1730 à 1757.....
	Sequin zermahboub d'Abd-el-Hamyd, 1774.....
	—— 1/2 *id*.....
	Roubyeh, ou 1/4.....
	Sequin zermahboub (titres variables).....
	—— de Sélim III.....
	1/2, 1/4, à proportion.....
Arg.	Altmichlec de 60 paras, depuis 1771.....
	Piastre de Constantinople..... .....
	Yaremlec de 20 paras, ou 60 aspres, 1757.....

Poids légal.	Titre légal.	Valeur des pièces.	Titre du tarif.	Valeur du kilogramme.
8g799	874	26f 49c	871	2994f 30c
6,452	845	25 61	"	" "
" "	900	20 00	"	" "
37,867		129 91		
18,933	996	64 95	"	" "
3,787		12 99		
21,777	906	4 33	903	198 66
" "		" "		
" "	"	" "	888	195 36
22,749	838			
22,943	833	4 24	"	" "
" "				
" "	"	" "	"	" "
25,000	900	5 00	904	198 88
27,533	833	5 10	"	" "
" "		" "		
3,482	976	11 70	975	3351 83
" "		" "		
29,508	878	5 75	882	194 04
" "		" "		
" "	"	" "	996	3424 03
" "	"	" "	969	3331 21
2,642	958	8 72	"	" "
1,321		4 36		
0,881	802	2 43	"	" "
" "	"	" "	819	2815 54
2,642	802	7 30	"	" "
" "		" "		
28,882	550	3 53	"	" "
" "	"	" "	533	117 26
" "	"	0 99	"	" "

Métal.	DÉNOMINATION.
	EMPIRE DE TURQUIE. (Suite.)
Arg.	Roub de 10 paras, ou 30 aspres.....
	Para, ou 3 aspres, 1773.....
	Piastre de 40 paras, ou 120 aspres, 1780.....
	Pièce de 5 piastres, 1811.....
	ROYAUME DE WURTEMBERG.
Or..	Ducat, depuis 1744.....
	Florin, ou carolin.....
Arg.	Risdale, ou écu de convention.....
	Kronen-thaler, ou gros écu.....
	AFRIQUE.
	Alger.
Or..	Sequin soultany.....
	1/2 et 1/4, à proportion.....
Arg.	Zoudi boudjou.....
	Rial boudjou ou 1/2 et 1/4, à proportion.....
	Tunis.
Or..	Sequins anciens.....
Arg.	Piastre.....
	Égypte.
Or..	Sequin.....
	Karat ou 1/3 et 1/2 karat, à proportion.....
Arg.	Grouch, ou piastre de 40 paras.....
	10 paras et 5 paras, à proportion.....
	Sierra-Léone.
Arg.	Dollar (Angleterre), ou 10 macoutes.....
	5, 2 et 1 macoute, à proportion.....
	AMÉRIQUE.
	États-Unis.
Or..	Double aigle de 10 dollars, depuis 1810.....
	Aigle de 5 dollars, et 1/2, à proportion.....
Arg.	Dollar, monnaie de compte réelle.....
	1/2 et 1/4, à proportion.....
	Mexique.
Or..	Pistole. (*Voyez* Espagne.).....

Poids légal.	Titre légal.	Valeur des pièces.	Titre du tarif.	Valeur du kilogramme.
" "	"	0f 49c	"	" "
" "	"	0 04	"	" "
185015	500	2 00	"	" "
" "	"	4 14	"	" "
3,490	986	11 85	980	3369f 02c
9,744	771	25 87	767	2636 78
28,064	833	5 19	837	184 14
29,500	870	5 70	"	" "
" "	"	8 71	"	" "
" "	"	" "		
" "	"	3 72	"	" "
" "	"	" "		
" "	"	" "	871	2994 30
" "	"	" "	533	117 26
2,600	750	6 71	"	" "
" "		" "		
2,900	461	0 30	"	" "
" "		" "		
26,500	816	4 81	820	180 40
" "		" "		
17,480	917	55 21	913	3138 69
" "		" "		
27,000	903	5 42	894	196 68
" "		" "		
" "	"	" "	908	3121 50

Métal.	DÉNOMINATION.
	Empire du Brésil. (Voyez PORTUGAL.)
	Chili, Colombie.
Arg.	Piastre.....
	Pérou.
Or..	4 pistoles, ou quadruple.....
	2 ——, 1 ——, et 1/2 ——, à proportion.....
Arg.	Piastre. (*Voyez* ESPAGNE).....
	ASIE.
	Japon.
Or..	Kobang vieux, de 100 mas.....
	—— nouveau, *id*.....
	Demi-kob., à proportion.....
Arg.	Tigo-gin, de 40 mas.....
	20, 10, 5 mas, à proportion.....
	Mogol.
Or..	Roupie, aux signes du zodiaque.....
	Roupie de Schah-Alem.....
	1/2 et 1/4, à proportion.....
	Nouvelles roupies de *Mogol*.....
	Pagode des *Indes* au croissant.....
	—— à l'étoile.....
	Ducat de la Compagnie hollandaise.....
Arg.	Roupie aux signes du zodiaque.....
	—— du *Mogol*.....
	—— de *Madras*.....
	—— d'*Arcate*.....
	—— de *Pondichéry*.....
	Double-fanon des *Indes*.....
	Fanon *id*.....
	Pièce de la Compagnie hollandaise.....
	Perse.
Or..	Roupie d'or.....
	1/2 roupie.....
	Toman (*monnaie de compte*).....
	Double-roupie de 5 abassis.....
Arg.	Roupie; 1 abassi, et 1/2, à proportion.....
	Larin.....

Poids légal.	Titre légal.	Valeur des pièces.	Titre du tarif.	Valeur du kilogramme.
" "	"	" "	901	198f 22c
278045	901	83f 93c	897	3083 69
" "		" "		
" "	"	" "	901	198 22
" "	"	51 24	"	" "
" "	"	39 69	"	" "
" "	"	" "	"	" "
" "	"	14 40	"	" "
" "	"	" "		
10,889	1000	37 51	998	3430 90
12,340	980	41 65	979	3365 58
" "		" "		
" "	"	" "	908	3121 50
" "	"	9 46	809	2781 16
" "	"	9 35	798	2743 35
" "	"	11 62		
" "	"	" "	999	219 78
" "	"	2 42	950	209 00
" "	"	2 40	947	208 34
" "	"	2 36	944	207 68
" "	"	2 42	953	209 66
" "	"	0 63	"	" "
" "	"	0 31		
" "	"	2 40		
" "	"	36 75	"	" "
" "	"	18 37		
" "	"	29 64	"	" "
" "	"	4 90	934	205 48
" "	"	" "		
" "	"	1 03	"	" "

CONSOMMATION

De la ville de Paris pendant l'année 1836.

BOISSONS.	Vins	hectolitres	922,363
	Eaux-de-vie	*id.*	36,441
	Cidre et poiré	*id.*	18,138
	Vinaigre	*id.*	17,541
	Bière	*id.*	111,811
COMESTIBLES (1).	Raisins	kilogrammes	618,962
	Bœufs	têtes	72,330
	Vaches	*id.*	17,442
	Veaux	*id.*	77,583
	Moutons	*id.*	378,476
	Porcs et sangliers	*id.*	91,929
	Pâtés, terrines, viandes confites, écrevisses et homards	kilogram.	210,773
	Viandes à la main	*id.*	819,921
	Charcuterie	*id.*	3,301,518
	Abats et issues	*id.*	1,233,779
	Fromages secs	*id.*	1,244,527
	Marée, montant de la vente sur les marchés	francs	4,771,383
	Huîtres	*id.*	1,219,659
	Poissons d'eau douce	*id.*	541,745
	Volailles et gibiers	*id.*	8,387,276
	Beurre	*id.*	11,532,080
	OEufs	*id.*	4,935,864

(1) Les grains et farines vendus à la Halle ne figurent pas dans ce tableau, attendu que ces ventes ne donneraient pas la con-

Suite de la consommation de la ville de Paris.

FOURRAGES et grains.	Foin.....	bottes....	7,842,323
	Paille.....	*id*.....	11,959,813
	Avoine.....	hectolit...	1,003,945

sommation réelle de la ville, évaluée à 1,580 sacs du poids de 159 kilogrammes, par jour, en tems ordinaire.

Lorsque le prix du pain est plus élevé hors de Paris que dans son enceinte, les dehors n'y apportant pas, et en tirant, au contraire, la consommation journalière n'a plus de règle ; elle est de 1,700 sacs et au-delà.

MOUVEMENT

De la population de la ville de Paris, pendant l'année 1836, *fourni par la préfecture du département.*

NAISSANCES	à domicile,	en mariage...	garçons. 9552	18839
			filles... 9287	
		hors mariage.	garçons. 2673	5331
			filles... 2658	
	hors domicile,	en mariage...	garçons. 233	470
			filles... 237	
		hors mariage.	garçons. 2187	4302
			filles... 2115	
			TOTAL.....	28942

NAISSANCES	des garçons...	14645	28942
	des filles.....	14297	

ENFANTS naturels	reconnus, compris dans les naissances ci-dessus.	garçons. 1360	2667
		filles.... 1307	
	non reconnus, *id.*.	garçons. 3500	6966
		filles.... 3466	
		TOTAL.....	9633

RECONNAISSANCES et légitimations d'enfants naturels, postérieurement à leur naissance, et non compris dans les naissances ci-dessus;	par actes de célébration de mariage	mascul.	567	1087
		fémin..	520	
	par actes postérieurs à la naissance.	mascul.	133	250
		fémin..	117	
		TOTAL.....		1337

MARIAGES....	garçons et filles.....	6736	8308
	garçons et veuves....	467	
	veufs et filles.....	836	
	veufs et veuves.....	269	

ENFANTS MORT-NÉS.	masculins.....	999	1787
	féminins.....	788	

DÉCÈS	à domicile.....	mascul..	6967	14645
		fémin...	7678	
	aux hôpitaux civils.	mascul..	4044	8335
		fémin...	4291	
	idem militaires.	mascul..	722	724
		fémin...	2	
	dans les prisons....	mascul..	40	64
		fémin...	24	
	déposés à la Morgue	mascul..	241	289
		fémin...	48	
		TOTAL.....		24057

RÉSUMÉ.

Total des naissances.	masculines	14645	28942
	féminines.	14297	
Total des décès.	masculins.	12014	24057
	féminins. .	12043	
Différence en plus des naissances. .			4885

Nota. Le tableau suivant des décès par suite de la petite vérole ne peut être publié cette année, la Préfecture de la Seine, n'ayant reçu que des notes incomplètes ou inexactes.

TABLEAU

Des décès qui ont eu lieu dans Paris, par suite de la petite vérole, année 1836.

MOIS.	SEXE masculin.	SEXE féminin.	Total des deux sexes.	AGES des décédés.	SEXE masculin.	SEXE féminin.	Total des deux sexes	Arrondissements.	SEXE masculin.	SEXE féminin.	Total des deux sexes.
Jan..				de mois. à							
Fév..											
Mars											
Avril				Tot. de la 1re année.							
Mai.				de an à							
Juin.											
Juill.											
Août											
Sept.											
Oct..											
Nov.											
Déc.											
Tot.				Totaux				T.			

TABLEAU *des décès dans la ville de Paris, avec*

ANNÉE

AGES.	HOMMES.			
	Non mariés.	Mariés.	Veufs.	Total.
Dans les 3 premiers mois de la naissance.	1679	"	"	1679
De 3 à 6 mois.....	248	"	"	248
De 6 à 12 *id.*	454	"	"	454
Dans la 1re année. ...	2381	"	"	2381
De 1 à 2 ans.....	728	"	"	728
De 2 à 3 ans.....	424	"	"	424
De 3 à 4 ans.....	268	"	"	268
De 4 à 5 ans.....	185	"	"	185
De 5 à 6 ans.....	148	"	"	148
De 6 à 7 ans.....	110	"	"	110
De 7 à 8 ans.....	71	"	"	71
De 8 à 9 ans.....	65	"	"	65
De 9 à 10 ans.....	40	"	"	40
De 10 à 15 ans.....	189	"	"	189
De 15 à 20 ans.....	426	3	"	429
De 20 à 25 ans.....	696	34	"	730
De 25 à 30 ans.....	491	108	6	605
De 30 à 35 ans.....	299	213	11	523
De 35 à 40 ans.....	214	322	32	568
De 40 à 45 ans.....	145	296	37	478
De 45 à 50 ans.....	124	305	48	477
De 50 à 55 ans.....	117	334	57	508
De 55 à 60 ans.....	99	298	84	481
De 60 à 65 ans.....	91	258	94	443
De 65 à 70 ans.....	112	287	149	548

distinction d'âge, de sexe et d'état de mariage.

1836.

FEMMES.				TOTAL des deux sexes.		TOTAL général.
Non mariées.	Mariées.	Veuves.	Total.	Mascul.	Fémin.	
1315	"	"	1315	1679	1315	2994
210	"	"	210	248	210	458
379	"	"	379	454	379	833
1904	"	"	1904	2381	1904	4285
677	"	"	677	728	677	1405
413	"	"	413	424	413	837
285	"	"	285	268	285	553
199	"	"	199	185	199	384
145	"	"	145	148	145	293
138	"	"	138	110	138	248
92	"	"	92	71	92	163
73	"	"	73	65	73	138
59	"	"	59	40	59	99
279	"	"	279	189	279	468
296	26	"	322	429	322	751
355	182	4	541	730	541	1271
303	287	13	603	605	603	1208
197	339	25	561	523	561	1084
176	345	40	561	568	561	1129
136	301	60	497	478	497	975
114	287	78	479	477	479	956
120	195	130	445	508	445	953
107	203	159	469	481	469	950
85	191	277	553	443	553	996
105	165	399	669	548	669	1217

Suite du Tableau des décès

AGES.	HOMMES.			
	Non mariés.	Mariés.	Veufs.	Total.
De 70 à 75 ans.....	89	266	176	531
De 75 à 80 ans.....	86	173	191	450
De 80 à 85 ans.....	48	92	127	267
De 85 à 90 ans.....	16	27	68	111
De 90 à 95 ans.....	2	"	8	10
De 95 à100 ans.....	"	"	3	3
Centenaires âgés de plus de 100 ans....	"	"	"	"
Sans âges connus.....	2	"	"	2
Non compris les décédés déposés à la Morgue.				
TOTAUX.....	7666	3016	1091	11773

de la ville de Paris.

FEMMES.				TOTAL des deux sexes.		TOTAL général.
Non mariées.	Mariées.	Veuves.	Total.	Mascul.	Fémin.	
95	124	468	687	531	687	1218
97	74	500	671	450	671	1121
63	33	348	444	267	444	711
35	12	131	178	111	178	289
12	"	30	42	10	42	52
2	"	3	5	3	5	8
"	"	2	2	"	2	2
2	"	"	2	2	2	4
6564	2764	2667	11995	11773	11995	23768

TOTAL GÉNÉRAL DES DÉCÈS.

Hommes..... 11773
Femmes..... 11995

23768

Morgue { Hommes... 241 / Femmes... 48 } ... 289

24057

MOUVEMENT DE LA POPULATION

Pendant l'année 1835, *fourni par*

DÉPARTEMENTS.	NAISSANCES.			
	Enfants légitim.		Enf. naturels.	
	Mascul.	Fémin.	Mascul.	Fémin.
Ain.	5460	5092	239	198
Aisne	7261	6881	553	558
Allier	5075	4484	377	311
Alpes (Basses-)	2423	2231	140	132
Alpes (Hautes-)	2128	2097	99	89
Ardèche	6160	5546	206	128
Ardennes	4305	4021	235	222
Ariége	4185	3819	216	176
Aube	3257	3012	259	227
Aude	4154	3858	250	218
Aveyron	5579	5230	341	312
Bouches-du-Rhône	5088	4730	580	563
Calvados	4822	4506	677	639
Cantal	3429	3248	249	267
Charente	4457	4191	336	312
Charente-Inférieure	5918	5412	267	222
Cher	4701	4328	377	391
Corrèze	5156	4943	300	260
Corse	3442	3020	164	135
Côte-d'Or	5504	4985	374	339
Côtes-du-Nord	9497	9005	315	243
Creuse	3706	3616	278	262
Dordogne	7138	6411	367	344
Doubs	3852	3743	269	287
Drôme	4685	4358	257	247
Eure	4323	3883	373	338
Eure-et-Loir	3546	3273	281	276

DU ROYAUME DE FRANCE

le ministère de l'intérieur.

TOTAL des NAISSANCES.	MARIAGES.	DÉCÈS. Masculins.	DÉCÈS. Féminins.	TOTAL des DÉCÈS.	CENTENAIRES.
10989	3001	4951	4803	9754	2
15253	4628	5898	5582	11480	"
10247	2998	3753	3731	7484	1
4926	1460	2243	2221	4464	2
4413	1050	1721	1754	3475	"
12040	2784	4284	3883	8167	4
8783	2553	3284	2975	6259	"
8396	2004	2879	2597	5476	4
6755	2033	2864	2855	5719	1
8480	2376	3483	3286	6769	1
11462	2849	3875	3772	7647	2
10961	2906	7586	7143	14729	1
10704	3666	5048	5111	10159	2
7193	1862	2611	3021	5632	9
9296	3063	4123	4086	8209	1
11819	4234	4696	4520	9216	1
9797	2568	3790	3666	7456	1
10659	2651	4901	4912	9813	"
6761	1418	2310	2012	4322	1
11202	3391	4222	4072	8294	1
19060	4440	10650	10437	21087	2
7862	2331	2713	3006	5719	4
14260	4597	5866	5763	11629	12
8151	1956	2901	2835	5736	1
9547	2723	3768	3613	7381	"
8917	3456	4701	4887	9588	"
7376	2229	3564	3517	7081	"

DÉPARTEMENTS.	NAISSANCES.			
	Enfants légitim.		Enfants natur.	
	Mascul.	Fémin.	Mascul.	Fémin.
Finistère	9607	9204	323	296
Gard	5625	5249	179	158
Garonne (Haute-)	5953	5668	484	456
Gers	3590	3247	282	250
Gironde	6775	6435	908	838
Hérault	5359	5300	295	286
Ille-et-Vilaine	8421	7813	308	285
Indre	3904	3737	301	267
Indre-et-Loire	3410	2989	286	285
Isère	8685	8262	774	702
Jura	4501	4142	275	259
Landes	4185	3895	287	264
Loir-et-Cher	3663	3409	337	339
Loire	7403	6799	312	305
Loire (Haute-)	4660	4300	176	147
Loire-Inférieure	6760	6481	401	330
Loiret	4673	4440	451	487
Lot	3908	3586	276	256
Lot-et-Garonne	3611	3592	221	216
Lozère	2196	1965	116	119
Maine-et-Loire	5657	5344	381	370
Manche	6662	6217	484	475
Marne	4647	4254	363	384
Marne (Haute-)	3386	3202	196	170
Mayenne	4777	4532	251	248
Meurthe	6161	5832	584	514
Meuse	4511	4174	250	210
Morbihan	7443	7131	206	209
Moselle	6696	6277	469	444
Nièvre	5074	4633	336	325
Nord	16094	15230	1578	1633
Oise	4780	4530	342	416
Orne	4537	4330	278	201

TOTAL des NAISSANCES.	MARIAGES.	DÉCÈS. Masculins.	DÉCÈS. Féminins.	TOTAL des DÉCÈS.	CENTENAIRES.
19430	4520	8102	8148	16250	"
11211	2713	4604	3919	8523	"
12561	3401	4585	4603	9188	10
7369	2476	3086	2868	5954	13
14956	5040	6052	6012	12064	7
11240	3025	5047	4945	9992	1
16827	4533	9469	8982	18451	"
8209	2252	2731	2929	5660	"
6970	2659	3317	3190	6507	"
18423	4738	6516	6572	13088	6
9177	2392	3778	3710	7488	"
8631	2390	3795	3942	7737	"
7748	2241	3133	2960	6093	"
14819	3393	5230	4834	10064	4
9283	2344	3771	3357	7128	2
13972	4057	6633	6156	12789	2
10051	2743	4040	4025	8065	"
8026	2361	3254	3134	6388	8
7640	3029	3507	3309	6816	"
4396	1032	1712	1544	3256	3
11752	4255	5336	5315	10651	"
13838	4308	6718	6710	13428	"
9648	2855	4384	4126	8510	1
6954	2069	2877	2655	5532	"
9818	2786	4094	4143	8237	1
13091	3570	5020	4699	9719	"
9145	2615	3848	3530	7378	"
14989	3573	7698	7412	15110	"
13886	3334	4856	4617	9473	"
10368	2938	4063	3899	7962	"
34535	8492	12862	12600	25462	8
10068	3459	4636	4438	9074	"
9346	3293	3977	4148	8125	1

DÉPARTEMENTS.	NAISSANCES.			
	Enfants légitim.		Enfants natur.	
	Mascul.	Fémin.	Mascul.	Fémin.
Pas-de-Calais.....	9436	8691	965	948
Puy-de-Dôme.....	8199	8087	327	318
Pyrénées (Basses-)..	5265	5025	550	494
Pyrénées (Hautes-)..	3106	2882	330	291
Pyrénées-Orientales..	2841	2676	413	311
Rhin (Bas-).....	9295	8929	887	888
Rhin (Haut-).....	8056	7512	725	681
Rhône.....	7089	6876	1126	1049
Saône (Haute-).....	5055	4595	414	403
Saône-et-Loire.....	8739	7886	572	528
Sarthe.....	5558	5024	429	449
Seine.....	12725	12056	5476	5297
Seine-Inférieure.....	4580	4203	287	248
Seine-et-Marne.....	5596	5469	412	391
Seine-et-Oise.....	9409	8977	1242	1295
Sèvres (Deux-).....	4129	3704	206	219
Somme.....	6910	6484	646	602
Tarn.....	5389	5038	194	210
Tarn-et-Garonne....	2982	2777	145	140
Var.....	4316	4281	250	236
Vaucluse.....	3998	3743	231	250
Vendée.....	5181	5032	171	170
Vienne.....	3901	3902	140	134
Vienne (Haute-)....	4889	4724	279	269
Vosges.....	6055	5660	491	475
Yonne.....	4854	4593	263	321
TOTAUX.....	474098	445008	38270	36457

TOTAL des NAISSANCES.	MARIAGES.	DÉCÈS. Masculins.	DÉCÈS. Féminins.	TOTAL des DÉCÈS.	CENTENAIRES.
20040	5093	7978	7628	15606	1
16931	4422	6026	6546	12572	1
11334	2300	4778	4620	9398	5
6609	1596	2777	2690	5467	6
6241	1364	2579	2095	4674	"
19999	4362	7318	7283	14601	"
16974	3577	6192	5880	12072	1
16140	4526	6330	5858	12188	"
10467	2551	3789	3653	7442	"
17725	4841	6397	6240	12637	2
11440	3913	4618	4644	9262	"
35554	9581	15745	14629	30374	"
9318	2774	4087	3659	7746	"
11868	3915	5789	5530	11319	"
20923	5641	8959	9019	18051	1
8258	2622	2933	3086	5949	"
14642	4253	6166	58 9	12055	"
10831	2764	3766	3646	7412	4
6944	1950	2512	2457	4969	14
9083	2450	6694	6116	12810	1
8222	2054	3409	3308	6717	"
10554	3183	3918	3716	7634	5
8077	1986	3180	3309	6489	2
10161	2833	4704	4479	9183	2
12681	3214	4564	4667	9231	1
10031	3130	4001	3647	7648	3
993833	275008	414625	401788	816413	169

RÉSUMÉ des années 1817 à 1835.	NAISSANCES.			
	Enfants légitimes.		Enfants naturels.	
	Masculins.	Féminins.	Mascul.	Fémin.
Total pour 1817..	456570	425002	31887	30666
Total pour 1818..	440972	414332	30216	28335
Total pour 1819..	475651	446606	33660	32001
Total pour 1820..	460463	432121	33915	32434
Total pour 1821..	463069	432803	34552	32934
Total pour 1822..	465274	437774	35820	33928
Total pour 1823..	460807	433552	35710	33952
Total pour 1824..	471490	441488	36280	34894
Total pour 1825..	468151	436443	35381	34011
Total pour 1826..	474837	445883	37061	35410
Total pour 1827..	469209	440219	36098	34670
Total pour 1828..	465745	440098	35924	34780
Total pour 1829..	460887	434289	35276	34075
Total pour 1830..	461757	436820	35229	34018
Total pour 1831..	472614	442684	36415	34996
Total pour 1832..	449096	421413	34422	33255
Total pour 1833..	464140	434345	36460	35038
Total pour 1834..	470958	441973	37760	35799
Total pour 1835..	474098	445008	38270	36457

TOTAL des NAISSANCES.	MARIAGES.	DÉCÈS. Masculins.	DÉCÈS. Féminins.	TOTAL des DÉCÈS.	AUGMENTATION de la POPULATION.
944125	205244	382813	365410	748223	195902
913855	212979	376412	375495	751907	161948
987918	215088	398260	389795	788055	199863
958933	208893	389822	380884	770706	188227
963358	221868	377062	374152	751214	212144
972796	247495	391443	382719	774162	198634
964021	262020	376101	366634	742735	221286
984152	231680	385785	377821	763606	220546
973986	243674	400444	397568	798012	175974
993191	247194	419613	416045	835658	157533
980196	255738	399864	391261	791125	189071
976547	246839	421956	415189	837145	139402
964527	248796	405366	398087	803453	161074
967824	270900	408545	401285	809830	157994
986709	246438	405902	396859	802761	183948
938186	242041	466109	467624	933733	4453
969983	264061	408970	403578	812548	157435
986490	271222	462158	455670	917828	68662
993833	275008	414625	401788	816413	177420

OBSERVATIONS

Relatives au nombre des naissances des deux sexes.

Il résulte du tableau précédent, que, pendant les dix-neuf années depuis 1817 jusqu'à 1835, il est né en France 9496123 garçons et 8924537 filles.

Le rapport du premier nombre au second est à très peu près égal à $\frac{17}{16}$, c'est-à-dire que les naissances des garçons ont excédé d'un seizième celles des filles. Si l'on prend ce rapport pour chacune des dix-neuf années, on trouve qu'il est à peu près constant: sa plus grande valeur a été $\frac{15}{14}$, et sa plus petite $\frac{19}{18}$.

On supposait autrefois que le rapport des naissances masculines aux naissances féminines était égal à $\frac{22}{21}$, ce qui diffère sensiblement de $\frac{17}{16}$; mais ce dernier rapport est le plus digne de confiance, parce qu'il est conclu d'environ dix-huit millions et demi de naissances des deux sexes; nombre bien supérieur à ceux qu'on avait employés jusqu'ici à la détermination de cet élément.

Pour savoir si le climat influe sur le rapport dont il est question, on a considéré séparément une trentaine de départements, les plus méridionaux de la France. Les naissances dans ces départements, depuis 1817 jusqu'à 1835, ont été de 2699913 garçons et de 2533601 filles: le rapport du premier nombre au se-

cond est presque celui de 17 à 16, comme pour la France entière; et en le calculant en particulier pour chacune des dix-neuf années, on trouve aussi qu'il n'a pas beaucoup varié, ses limites extrêmes étant $\frac{14}{13}$ et $\frac{18}{17}$. Ce résultat porte à conclure que la supériorité des naissances des garçons sur celles des filles ne dépend pas du climat, d'une manière sensible.

Les naissances des enfants naturels des deux sexes paraissent s'écarter du rapport de 17 à 16. Depuis 1817 jusqu'à 1835, ces naissances, dans toute la France, ont été de 670338 garçons et 641664 filles; le rapport du premier nombre au second diffère peu de celui de 24 à 23, ce qui semblerait indiquer que dans cette classe d'enfants, les naissances des filles se rapprochent plus de celles des garçons que dans le cas ordinaire.

Dans ces mêmes dix-neuf années, il est arrivé vingt-trois fois que les naissances annuelles des filles ont excédé celles des garçons dans quelques départements, savoir : une fois dans les *Ardennes*, deux fois dans le *Cher*, quatre fois dans la *Corse*, deux fois dans l'*Hérault*, une fois dans l'*Isère*, deux fois dans la *Marne*, une fois dans le *Rhône*, deux fois dans l'*Yonne*, une fois dans les *Hautes-Alpes*, une fois dans les *Bouches-du-Rhône*, deux fois dans la *Haute-Saône*, une fois dans la *Dordogne*, une fois dans la *Manche*, une fois dans les *Pyrénées-Orientales* et une fois dans les *Basses-Alpes*.

Sur le mouvement annuel de la population en France; par M. Mathieu.

Depuis plusieurs années on met dans l'*Annuaire* l'état détaillé du mouvement de la population pour tous les départements. Le tableau que l'on trouve cette année, page 134, en offre le résumé pour chacune des dix-neuf années comprises depuis 1817 jusqu'à 1835. Nous allons déduire des faits recueillis pendant cette période, le mouvement moyen pour toute la France, et chercher ensuite les rapports qui existent actuellement entre les divers éléments de la population.

En divisant par 19 la somme des différentes valeurs rapportées page 134, pour un même élément, nous avons trouvé les nombres qui forment un premier tableau p. 141, intitulé *Mouvement moyen annuel.* On voit que, pendant la période de dix-neuf ans que nous considérons, le nombre moyen annuel des naissances est 969507, des mariages est 243009, des décès est 802585, et que l'accroissement de la population s'élève à 166922. A ces nombres, qui résultent immédiatement et sans aucune hypothèse des relevés fournis par les registres de l'État civil, nous avons ajouté la population de la France entière, renfermée dans les limites actuelles, telle qu'elle a été trouvée par les recensements de 1820, de 1831 et de 1836.

Un second tableau, page 142, intitulé *Rapports des éléments annuels de la Population*, présente les rapports simples qui existent entre les nombres du pre-

mier tableau : ces rapports font mieux juger de l'état actuel de la population.

On voit par ce tableau que les naissances des garçons et des filles sont entre elles comme les nombres 16 et 15 pour les enfants légitimes, et comme les nombres 23 et 22 pour les enfants naturels. Le rapport de 17 à 16 qui est donné par les naissances pour toute la France, diffère sensiblement de celui qu'on a généralement adopté jusqu'à présent. Il était intéressant de voir si l'on trouverait des résultats semblables pour les divers climats de la France, et pour plusieurs années différentes. C'est dans cette vue que, depuis plusieurs années, on a discuté les naissances des deux sexes. Nous renvoyons ci-dessus, page 104, aux *Observations*, où l'on trouvera les résultats de cette discussion détaillée.

Quand il naît un enfant naturel, il en naît 13,04 ou plus de 13 légitimes ; ce qui revient à peu près à 10 enfants naturels pour 130 enfants légitimes.

Les décès masculins surpassent les décès féminins; les premiers étant représentés par 55, les autres le sont par 54.

On compte un mariage pour 130 habitants, et pour 4 naissances ; on compte 3,70 ou presque 4 enfants légitimes par mariage.

On compte un décès pour 39,4 ou 39 habitants, et pour 1,21 ou une naissance un cinquième.

On compte une naissance sur 32,6 habitants, et pour 0,83 décès ; ce qui revient à 10 naissances pour 8 décès.

Quant à l'accroissement de la population, on voit que les garçons y ont une plus grande part que les filles : les garçons y contribuent pour un 333e, et les filles seulement pour un 440e. Si l'accroissement total, qui est d'un 189e, se maintenait le même, la population augmenterait d'un dixième en 18 ans, de deux dixièmes en 35 ans, de trois dixièmes en 50 ans, de quatre dixièmes en 64 ans, de moitié en 77 ans, et il faudrait 131 ans pour qu'elle devînt double de ce qu'elle est maintenant.

Puisque l'on compte une naissance pour 32,6 habitants, et un décès pour 39,4, on aura

Rapport de la population	aux naissances...	32,6
	aux décès.....	39,4

C'est par ces nombres que l'on doit en général multiplier les naissances et les décès pour reproduire la population. En la supposant à peu près stationnaire, le rapport 32,6 exprime aussi la durée de la vie moyenne, qui serait conséquemment de 32 ans $^{6}/_{10}$. La table de Duvillard ne donne que 28 ans $^{3}/_{4}$ pour la durée de la vie moyenne avant la révolution. Voilà donc une augmentation d'environ 3 ans qui doit provenir de l'introduction de la vaccine et de l'aisance qui s'est répandue jusque dans les classes les moins fortunées. Elle indique dans la loi de la mortalité un changement favorable qu'un grand nombre de faits ont déjà rendu sensible depuis bien des années, non-seulement en France, mais encore dans une grande partie de l'Europe.

MOUVEMENT MOYEN ANNUEL.

Naissances des enfants	légitimes	garçons.	464 515	900 455
		filles...	435 940	
	naturels	garçons.	35 281	69 052
		filles...	33 771	
	légitimes et naturels.	garçons.	499 796	969 507
		filles...	469 711	
Mariages				243 009
Décès	masculins...		404 803	802 585
	féminins.....		397 782	
Accroissement de la population	garçons.....		94 993	166 922
	filles.....		71 929	

Population en 1820	30 451 187
en 1831	32 560 934
en 1836	33 540 910

La population moyenne des 19 années, de 1817 à 1835, est de 31,620,000, en ayant égard à l'accroissement de la population et en partant de la population observée en 1820, en 1831 et en 1836.

RAPPORTS

Des éléments annuels de la Population.

Naissances des enfants	légitimes	garçons	16
		filles	15,016
	naturels	garçons	23
		filles	22,016
	légitimes et naturels	garçons	17
		filles	15,977
Enfants	légitimes		13,040
	naturels		1
Décès	masculins		55
	féminins		54,046
Un mariage pour	habitants		130,1
	naissances		3,99
Enfants légitimes par mariage			3,70
Un décès pour	habitants		39,4
	naissances		1,21
Une naissance pour	habitants		32,6
	décès		0,83
Accroissement de la population	garçons	0,00300	$\frac{1}{333}$
	filles	0,00228	$\frac{1}{440}$
	total	0,00528	$\frac{1}{189}$

FRANCE.

TABLEAU

De la Population du Royaume, d'après le recensement fait en 1836.

Ordonnance royale du 30 décembre 1836 (*).

CHEFS-LIEUX d'arrondissements.	POPULATION des communes.	POPULATION des arrondissements.	POPULATION des départements.
AIN.			
Bourg	9,528	117,753	346,188
Belley	3,970	77,366	
Nantua	3,696	50,826	
Gex	2,894	22,713	
Trévoux	2,559	77,530	
AISNE.			
Laon	8,230	164,114	527,095
Soissons	8,124	68,761	
Saint-Quentin	20,570	117,280	
Vervins	2,571	115,400	
Château-Thierry	4,761	61,540	
ALLIER.			
Moulins	15,231	90,582	309,270
Gannat	5,109	66,024	
Lapalisse	2,286	73,614	
Montluçon	5,034	79,050	

(*) Aux termes de cette ordonnance, le présent tableau sera considéré comme seul authentique, pendant cinq ans, à partir du 1er janvier 1837.

CHEFS-LIEUX d'arrondissement.	POPULATION des communes.	des arrondissements.	des départements.
ALPES (BASSES-).			
Digne	6,365	55,032	159,045
Barcelonnette	2,154	18,709	
Castellane	2,069	22,953	
Forcalquier	3,032	35,708	
Sisteron	4,546	26,643	
ALPES (HAUTES-).			
Gap	7,854	69,034	131,162
Briançon	3,455	30,839	
Embrun	3,169	31,289	
ARDÈCHE.			
Privas	4,219	112,443	353,752
Largentière	2,879	106,740	
Tournon	4,174	134,569	
ARDENNES.			
Mézières	4,083	69,294	306,861
Rethel	6,771	67,341	
Rocroy	3,682	46,156	
Sedan	13,719	63,233	
Vouziers	2,101	60,837	
ARIÉGE.			
Foix	4,699	91,684	260,536
Pamiers	6,905	77,758	
Saint-Girons	4,282	91,094	
AUBE.			
Troyes	25,563	90,923	253,870
Arcis-sur-Aube	2,752	35,744	
Nogent-sur-Seine	3,355	33,856	
Bar-sur-Aube	3,940	41,230	
Bar-sur-Seine	2,350	52,117	

CHEFS-LIEUX d'arrondissement.	POPULATION des communes.	des arrondissements.	des départements.
AUDE.			
Carcassonne	18,907	94,329	281,088
Limoux	7,105	75,891	
Narbonne	10,792	56,965	
Castelnaudary	10,186	53,903	
AVEYRON.			
Rodez	9,685	99,704	370,951
Espalion	4,082	65,639	
Milhau	10,450	65,800	
Sainte-Affrique	6,421	58,678	
Villefranche	8,738	81,130	
BOUCHES-DU-RHONE.			
Marseille	146,239	180,127	362,325
Aix	24,660	104,510	
Arles	20,048	77,688	
CALVADOS.			
Caen	41,876	140,435	501,775
Falaise	9,498	63,002	
Bayeux	9,676	81,244	
Vire	7,339	89,450	
Lisieux	11,473	69,844	
Pont-l'Évêque	2,137	57,800	
CANTAL.			
Aurillac	10,889	98,092	262,117
Mauriac	3,420	63,829	
Murat	2,503	35,801	
Saint-Flour	5,640	64,395	

CHEFS-LIEUX d'arrondissement.	POPULATION des communes.	des arrondissements.	des départements.
CHARENTE.			
Angoulême	16,910	130,456	365,126
Cognac	3,830	51,647	
Ruffec	2,859	58,908	
Barbezieux	3,013	55,532	
Confolens	2,766	68,583	
CHARENTE-INFÉRIEURE.			
La Rochelle	14,857	78,797	449,649
Rochefort	15,441	51,727	
Marennes	4,542	49,626	
Saintes	9,559	104,871	
Jonzac	2,514	82,936	
Saint-Jean-d'Angely	5,915	81,692	
CHER.			
Bourges	25,324	108,476	276,853
Sancerre	3,482	70,907	
Saint-Amand	7,382	97,470	
CORRÈZE.			
Tulle	9,700	129,799	302,433
Brives	8,843	113,094	
Ussel	4,135	59,540	
CORSE.			
Ajaccio	9,003	46,383	207,889
Sartène	2,682	25,739	
Bastia	13,061	63,764	
Calvi	1,457	21,46[illegible]	
Corte	3,587	50,534	

CHEFS-LIEUX d'arrondissement.	POPULATION des communes.	des arrondissements.	des départements.
COTE-D'OR.			
Dijon	24,817	138,004	385,624
Beaune	10,678	123,030	
Châtillon-sur-Seine	4,430	53,995	
Semur	4,035	70,505	
COTES-DU-NORD.			
Saint-Brieuc	11,382	174,178	605,563
Dinan	7,356	111,995	
Loudéac	6,865	95,102	
Lannion	5,461	107,229	
Guingamp	6,466	117,059	
CREUSE.			
Guéret	4,796	93,414	276,234
Aubusson	5,631	105,106	
Bourganeuf	2,940	39,796	
Boussac	952	37,918	
DORDOGNE.			
Périgueux	11,576	104,632	487,502
Bergerac	9,285	117,302	
Nontron	3,573	83,664	
Ribérac	3,775	71,457	
Sarlat	5,669	110,447	
DOUBS.			
Besançon	29,718	99,025	276,274
Pontarlier	4,890	50,533	
Baume	2,519	67,888	
Montbelliard	5,117	58,828	

CHEFS-LIEUX d'arrondissement.	POPULATION des communes.	des arrondissements.	des départements.
DROME.			
Valence	10,967	138,546	305,499
Montélimart	7,966	64,612	
Die	3,900	66,787	
Nyons	3,208	35,554	
EURE.			
Évreux	10,287	119,657	424,762
Louviers	9,927	69,402	
Les Andelys	5,085	64,385	
Bernay	7,244	83,106	
Pont-Audemer	5,358	88,212	
EURE-ET-LOIRE.			
Chartres	14,750	105,900	285,058
Châteaudun	6,776	61,975	
Dreux	6,379	71,654	
Nogent-le-Rotrou	6,861	45,529	
FINISTÈRE.			
Quimper	9,715	106,080	546,955
Brest	29,773	161,297	
Châteaulin	2,968	99,126	
Morlaix	9,740	136,535	
Quimperlé	5,541	43,917	
GARD.			
Nîmes	43,036	131,712	366,259
Alais	13,566	83,091	
Uzès	6,856	85,701	
Le Vigan	5,049	65,755	

CHEFS-LIEUX d'arrondissement.	POPULATION des communes.	des arrondissements.	des départements.
GARONNE (HAUTE-).			
Toulouse	77,372	159,064	454,727
Villefranche	2,765	63,101	
Muret	3,970	88,994	
Saint-Gaudens	6,020	143,568	
GERS.			
Auch	10,461	61,214	312,882
Lectoure	6,355	52,605	
Mirande	2,532	85,385	
Condom	7,098	71,855	
Lombez	1,622	41,823	
GIRONDE.			
Bordeaux	98,705	247,748	555,809
Blaye	3,801	55,460	
Lesparre	1,404	37,611	
Libourne	9,714	107,464	
Bazas	4,446	53,721	
La Réole	3,931	53,805	
HÉRAULT.			
Montpellier	35,506	123,656	357,846
Béziers	16,233	128,149	
Lodève	11,208	57,730	
Saint-Pons	6,995	48,311	
ILLE-ET-VILAINE.			
Rennes	35,552	130,838	547,249
Fougères	9,384	81,688	
Montfort	1,772	57,554	
Saint-Mâlo	9,744	118,243	
Vitré	8,901	82,042	
Redon	4,506	76,884	

CHEFS-LIEUX d'arrondissement.	POPULATION des communes.	des arrondissements.	des départements.
INDRE.			
Châteauroux	13,847	96,903	257,350
Le Blanc	5,095	57,789	
Issoudun	11,654	47,572	
La Châtre	4,471	55,086	
INDRE-ET-LOIRE.			
Tours	26,669	151,119	304,271
Chinon	6,911	90,511	
Loches	4,753	62,641	
ISÈRE.			
Grenoble	28,969	213,568	573,645
Latour-du-Pin	2,484	129,809	
Saint-Marcelin	2,885	85,267	
Vienne	16,484	145,001	
JURA.			
Lons-le-Saulnier	7,684	107,690	315,355
Poligny	6,492	80,672	
Saint-Claude	5,238	52,353	
Dôle	10,137	74,640	
LANDES.			
Mont-de-Marsan	4,082	93,292	284,918
Saint-Sever	5,863	90,500	
Dax	4,776	101,126	
LOIR-ET-CHER.			
Blois	13,628	118,561	244,043
Romorantin	7,181	47,722	
Vendôme	8,206	77,760	

CHEFS-LIEUX d'arrondissement.	POPULATION des communes.	des arrondissements.	des départements.
LOIRE.			
Montbrison	6,266	124,050	412,497
Roanne	9,910	124,871	
Saint-Étienne	41,534	163,576	
LOIRE (HAUTE-).			
Le Puy	14,924	130,844	295,384
Yssengeaux	7,621	81,785	
Brioude	5,247	82,755	
LOIRE-INFÉRIEURE.			
Nantes	75,895	205,892	470,768
Ancenis	3,667	45,765	
Châteaubriant	3,634	62,275	
Paimbœuf	3,872	42,580	
Savenay	2,079	114,256	
LOIRET.			
Orléans	40,272	141,637	316,189
Pithiviers	4,023	60,628	
Gien	5,330	43,643	
Montargis	7,757	70,281	
LOT.			
Cahors	12,417	117,299	287,003
Figeac	6,237	89,778	
Gourdon	5,334	79,926	
LOT-ET-GARONNE.			
Agen	13,399	84,388	346,400
Marmande	7,527	104,172	
Villeneuve d'Agen	11,222	96,961	
Nérac	6,603	60,879	

CHEFS-LIEUX d'arrondissement.	POPULATION des communes.	des arrondissements.	des départements.
LOZÈRE.			
Mende	5,909	46,192	141,733
Florac	2,246	41,439	
Marvejols	4,025	54,102	
MAINE-ET-LOIRE.			
Angers	35,901	138,459	477,270
Baugé	3,400	81,025	
Segré	2,130	58,109	
Beaupréau	3,288	108,518	
Saumur	11,925	91,159	
MANCHE.			
Saint-Lô	9,065	100,717	594,382
Coutances	7,663	135,980	
Valognes	6,655	95,950	
Cherbourg	19,315	76,673	
Avranches	7,690	110,821	
Mortain	2,521	74,241	
MARNE.			
Châlons-sur-Marne	12,952	48,535	345,245
Epernay	5,457	86,452	
Reims	38,359	123,919	
Sainte-Ménéhould	3,962	35,812	
Vitry-le-Français	6,822	50,527	
MARNE (HAUTE-).			
Chaumont	6,318	87,271	255,969
Langres	7,677	100,528	
Vassy	2,694	68,170	

CHEFS-LIEUX d'arrondissement.	POPULATION des communes.	des arrondissements.	des départements.
MAYENNE.			
Laval	17,810	122,755	361,765
Mayenne	9,782	164,618	
Château-Gontier	6,226	74,392	
MEURTHE.			
Nancy	31,445	129,841	424,366
Château-Salins	2,621	70,287	
Lunéville	12,798	84,698	
Sarrebourg	2,340	75,499	
Toul	7,333	64,041	
MEUSE.			
Bar-le-Duc	12,383	80,952	317,701
Commercy	3,716	86,013	
Montmédy	2,251	68,495	
Verdun	10,577	82,241	
MORBIHAN.			
Vannes	11,623	125,898	449,743
Pontivy	6,378	101,345	
Lorient	18,975	133,307	
Ploërmel	5,207	89,193	
MOSELLE.			
Metz	42,703	150,811	427,250
Thionville	5,680	87,520	
Briey	1,730	62,946	
Sarreguemines	4,113	125,973	

CHEFS-LIEUX d'arrondissement.	POPULATION des communes.	POPULATION des arrondissements.	POPULATION des départements.
NIÈVRE.			
Nevers	16,967	94,382	297,550
Château-Chinon	2,775	61,837	
Clamecy	5,539	72,334	
Cosne	6,212	68,997	
NORD.			
Lille	72,005	309,349	1,026,417
Douai	19,173	94,573	
Dunkerque	23,808	96,858	
Hazebrouck	7,674	105,879	
Avesne	3,030	132,335	
Valenciennes	19,499	130,061	
Cambrai	17,846	157,362	
OISE.			
Beauvais	13,082	132,369	398,641
Clermont	3,235	89,837	
Compiègne	8,895	97,645	
Senlis	5,016	78,790	
ORNE.			
Alençon	13,934	72,443	443,688
Argentan	5,772	113,233	
Domfront	2,417	131,745	
Mortagne	5,692	126,267	
PAS-DE-CALAIS.			
Arras	23,485	163,032	664,654
Béthune	6,805	131,973	
Saint-Omer	19,032	105,020	
Saint-Pol	3,452	80,506	
Boulogne	25,732	105,465	
Montreuil	3,857	78,658	

CHEFS-LIEUX d'arrondissement.	POPULATION des communes.	des arrondissements.	des départements.
PUY-DE-DOME.			
Clermont-Ferrand.....	32,427	175,910	589,438
Ambert.....	8,016	90,675	
Issoire.....	5,741	100,740	
Riom.....	11,473	151,456	
Thiers.....	9,982	70,657	
PYRÉNÉES (BASSES-).			
Pau.....	12,607	122,404	446,398
Oléron.....	6,620	76,312	
Orthez.....	7,857	87,459	
Bayonne.....	15,912	84,519	
Mauléon.....	1,259	75,704	
PYRÉNÉES (HAUTES-).			
Tarbes.....	12,630	110,542	244,170
Argelez.....	1,420	40,582	
Bagnères.....	8,108	93,046	
PYRÉNÉES-ORIENTALES.			
Perpignan.....	17,618	76,134	164,325
Céret.....	3,302	37,539	
Prades.....	3,013	50,652	
RHIN (BAS-).			
Strasbourg.....	57,885	218,839	561,859
Saverne.....	5,352	112,260	
Schélestadt.....	9,700	134,887	
Weissembourg.....	5,575	95,873	
RHIN (HAUT-).			
Colmar.....	15,958	198,403	447,019
Altkirck.....	3,028	127,465	
Belfort.....	5,687	121,151	

CHEFS-LIEUX d'arrondissement.	POPULATION des communes.	des arrondissements.	des départements.
RHONE.			
Lyon	150,814*	330,044	482,024
Villefranche	7,553	151,980	
SAONE (HAUTE-).			
Vesoul	5,887	114,018	343,298
Gray	6,535	89,899	
Lure	2,950	139,381	
SAONE-ET-LOIRE.			
Mâcon	11,944	115,777	538,507
Autun	10,435	87,356	
Charolles	3,226	125,654	
Châlons-sur-Saône	12,400	124,338	
Louhans	3,674	85,382	
SARTHE.			
Le Mans	23,164	164,667	466,888
Mamers	5,704	133,444	
Saint-Calais	3,783	70,834	
La Flèche	6,440	97,943	
SEINE.			
Paris	909,126	909,126	1,106,891
Saint-Denis	9,332	110,057	
Seaux	1,670	87,708	

* Y compris la Guillotière, la Croix-Rousse et le faubourg de Vaise.

CHEFS-LIEUX d'arrondissement.	POPULATION des communes.	des arrondissements.	des départements.
SEINE-ET-MARNE.			
Melun	6,846	57,821	325,881
Fontainebleau	8,021	71,974	
Meaux	7,809	90,965	
Coulommiers	3,573	54,104	
Provins	6,007	51,017	
SEINE-ET-OISE.			
Versailles	29,209	133,551	449,582
Mantes	3,818	60,290	
Rambouillet	3,006	66,514	
Corbeil	3,690	56,738	
Pontoise	5,408	91,427	
Étampes	7,896	41,062	
SEINE-INFÉRIEURE.			
Rouen	92,083	238,805	720,525
Dieppe	16,820	112,427	
Le Havre	25,618	142,292	
Yvetot	9,213	142,680	
Neufchâtel	3,463	84,321	
SÈVRES (DEUX-).			
Niort	18,197	100,208	304,105
Bressuire	1,894	63,010	
Melle	2,724	75,580	
Parthenay	4,288	65,307	
SOMME.			
Amiens	46,129	181,989	552,706
Doullens	3,912	59,923	
Montdidier	3,790	69,271	
Péronne	4,119	109,123	
Abbeville	18,247	133,300	

CHEFS-LIEUX d'arrondissement.	POPULATION des communes.	des arrondissements.	des départements.
TARN.			
Alby	11,801	84,929	346,614
Castres	17,602	136,188	
Gaillac	8,199	72,001	
Lavaur	7,205	53,496	
TARN-ET-GARONNE.			
Montauban	23,865	106,799	242,184
Moissac	10,618	62,735	
Castel-Sarrazin	7,408	72,650	
VAR.			
Draguignan	9,794	86,853	323,404
Brignoles	5,652	71,135	
Grasse	12,825	66,383	
Toulon	35,322	99,012	
VAUCLUSE.			
Avignon	31,786	69,820	246,071
Carpentras	9,224	52,699	
Apt	5,958	56,169	
Orange	8,874	67,443	
VENDÉE.			
Bourbon-Vendée	5,257	120,777	341,312
Fontenai	7,650	122,027	
Les Sables-d'Olonne	4,778	98,508	

CHEFS-LIEUX d'arrondissement.	POPULATION des communes.	des arrondissements.	des départements.
VIENNE.			
Poitiers	22,000	96,059	288,002
Châtelleraut	9,695	53,877	
Civray	2,100	45,675	
Loudun	5,032	35,240	
Montmorillon	4,157	57,151	
VIENNE (HAUTE-).			
Limoges	29,706	120,476	293,011
Saint-Yrieix	6,900	42,260	
Bellac	3,581	81,457	
Rochechouart	4,123	48,818	
VOSGES.			
Épinal	9,526	94,173	411,034
Mirecourt	5,684	72,343	
Neufchâteau	3,645	65,069	
Remiremont	5,055	66,412	
Saint-Dié	7,906	113,637	
YONNE.			
Auxerre	11,575	112,109	355,237
Avallon	5,309	46,149	
Joigny	5,494	90,553	
Sens	9,095	61,036	
Tonnerre	4,271	45,390	
TOTAL			33,540,910

TABLE

Des Superficies des départements français évaluées en kilomètres carrés;

Par M. le baron DE PRONY.

M. le Ministre du Commerce a fait, en 1834, un appel aux personnes qui s'occupent de Statistique pour obtenir la formation d'un système de tableaux statistiques à l'instar de ceux que le gouvernement anglais a fait distribuer au parlement en 1833. C'est vraisemblablement par suite et de cet appel et de l'emploi, comme document statistique, de ma *Table des populations spécifiques* publiée dans les *Annuaires du Bureau des Longitudes* de 1834 et 1835, que j'ai reçu des lettres par lesquelles on me demande communication du *Tableau des superficies des départements français*, fournissant, avec celui des *populations absolues*, qui paraît chaque année avec l'*Annuaire*, les éléments du calcul des *populations spécifiques*.

Ces superficies ont été, ainsi que je l'ai dit, *Annuaire de* 1835, page 127, inscrites en hectares et en arpents des eaux-et-forêts sur une carte de France que j'ai fait graver en 1798, lorsque j'étais chargé de la direction générale du cadastre de France; mais j'ignore ce qu'est devenue la planche de cuivre; et le nombre des exemplaires de la carte dont l'existence m'est connue se réduit à deux. Dans ces circonstances, désirant me rendre utile, autant que possible, à ceux

qui ont entrepris de répondre à l'appel du ministre, j'ai pris le parti de faire imprimer ma *Table des superficies des départements français*, l'expédient des copies manuscrites entraînant trop d'embarras et de perte de temps.

Les opérations par lesquelles on a obtenu les nombres de kilomètres carrés, inscrits vis-à-vis des noms de chaque département, ont été faites au Bureau du cadastre, sur la grande carte de la France en 180 feuilles, à l'échelle de $\frac{1}{86400}$ (1 ligne pour 100 toises), connue sous le nom de carte de l'*Académie*, ou de *Cassini*, et les populations, combinées avec ces superficies, sont celles des *Annuaires* de 1834 et 1835. Je dois citer, parmi les moyens que j'ai eus de vérifier l'exactitude des calculs, le travail exécuté par un savant de Bruxelles, M. Verhuls, qui a pris la peine de reproduire le tableau des superficies, en combinant la *Table des populations spécifiques* avec celle des *populati ns absolues;* son travail m'a été utile pour la réimpression de la première table dans l'Annuaire de 1835. (*Voir ma réponse à l'envoi de ce travail dans la huitième livraison, tome VIII, de la Correspondance mathématique et physique de l'Observatoire de Bruxelles, publiée par M. Quetelet.*)

Je crois pouvoir donner l'assurance que la table ci-après et celle des *populations spécifiques* (édition de 1835) offriront aux personnes qui s'occupent de calculs statistiques des données ayant toute la précision désirable; cependant, comme on m'a fait la

faveur de me comprendre dans la liste de ceux à qui l'on distribue les exemplaires de la nouvelle carte de France en 259 feuilles, le plus beau monument géodésique qui existe, j'ai le projet d'employer cette collection précieuse à faire une vérification ultérieure du travail exécuté à la fin du siècle dernier sur la carte de l'Académie ou de Cassini.

Nota. *Les chiffres qui, dans la table ci-après, sont à gauche de la virgule, expriment des kilomètres carrés, et les deux chiffres placés à droite de cette virgule expriment des centièmes de kilomètre carré ou des hectares. Ainsi, par exemple, on doit lire, vis-à-vis du département de l'Aisne,* 7491 *kilomètres carrés et* 83 *centièmes de kilomètre carré, ou, faisant abstraction de la virgule, et considérant que* $\frac{1}{100}$ *de kilomètre carré équivaut à un hectare, on énoncera la même surface en disant que le département de l'Aisne contient* 749183 *hectares.*

NOMS DES DÉPARTEMENTS.	SUPERFICIES.
	kil. c.
Ain	5947,00
Aisne	7491,83
Allier	7422,72
Alpes (Basses-)	7450,07
Alpes (Hautes-)	5535,69
Ardèche	5500,04
Ardennes	5252,81
Ariége	5295,40
Aube	6106,08
Aude	6509,96
Aveyron	8820,64
Bouches-du-Rhône	6019,60
Calvados	5704,27
Cantal	5740,81
Charente	5888,03
Charente-Inférieure	7168,14
Cher	7401,25
Corrèze	5947,17
Corse	9805,10
Côte-d'Or	8769,56
Côtes-du-Nord	7367,20
Creuse	5794,55
Dordogne	8982,74
Doubs	5309,93
Drôme	6759,15
Eure	6232,83
Eure-et-Loire	6079,15
Finistère	6933,84
Gard	5997,23
Garonne (Haute-)	6403,21
Gers	6521,96
Gironde	10825,52
Hérault	6309,35
Ille-et-Vilaine	6819,77
Indre	6877,60

NOMS DES DÉPARTEMENTS.	SUPERFICIES.
	kil. c.
Indre-et-Loire	6230,76
Isère	8412,30
Jura	5033,64
Landes	9005,34
Loir-et-Cher	6031,16
Loire	4920,52
Loire (Haute-)	5028,54
Loire (Inférieure-)	7062,85
Loiret	6751,91
Lot	5265,19
Lot-et-Garonne	5270,03
Lozère	5093,43
Maine-et-Loire	7188,07
Manche	6757,13
Marne	8202,73
Marne (Haute-)	6331,72
Mayenne	5188,63
Meurthe	6290,02
Meuse	6044,39
Morbihan	6817,04
Moselle	6308,40
Nièvre	6773,92
Nord	5784,35
Oise	5814,24
Orne	6456,76
Pas-de-Calais	6796,88
Puy-de-Dôme	7943,70
Pyrénées (Basses-)	7559,50
Pyrénées (Hautes-)	4699,15
Pyrénées (Orientales-)	4113,76
Rhin (Bas-)	4955,75
Rhin (Haut-)	4323,74
Rhône	2704,23
Saône (Haute-)	5002,20
Saône-et-Loire	8576,78

NOMS DES DÉPARTEMENTS.	SUPERFICIES.
	kil. c.
Sarthe.	6392,76
Seine.	485,11
Seine-et-Marne.	5959,80
Seine-et-Oise.	5750,42
Seine-Inférieure.	5938,10
Sèvres (Deux-).	6044,74
Somme.	6044,56
Tarn.	5768,21
Tarn-et-Garonne.	3854,00
Var.	7255,80
Vaucluse.	2345,60
Vendée.	6754,58
Vienne.	6890,83
Vienne (Haute-).	5700,35
Vosges.	5879,55
Yonne.	7292,23
Somme des surfaces des 86 départements français.	540085,60

TABLE

Des Populations spécifiques des départements français;

PAR M. le baron DE PRONY.

Le Bureau des Longitudes publie chaque année, dans son *Annuaire,* un tableau de la population du royaume de France, dressé d'après les documents les plus authentiques, et où les personnes qui s'occupent de Statistique trouvent des données fort utiles pour leurs recherches.

Ces données ne constituent cependant pas toutes celles qu'il est nécessaire d'avoir pour traiter certaines questions dont les solutions exigent que l'on connaisse non-seulement les nombres absolus d'habitants, mais encore les rapports entre ces nombres absolus et les superficies des terrains sur lesquels ces habitants sont répandus. Ainsi, par exemple, les départements des Basses-Alpes et de la Corse surpassent chacun en surface totale le département du Nord; mais la population répandue, valeur moyenne, sur un kilomètre carré de l'un ou l'autre des deux premiers départements, n'est pas la huitième partie de celle que le dernier contient sur la même étendue superficielle; et ces différences entre ce qu'on pourrait appeler les *densités* de population doivent certainement être prises en considération dans plusieurs circonstances.

Il n'existe, à ma connaissance, aucun tableau fournissant immédiatement, pour les départements

français, l'espèce de données dont je viens de parler; les mesures des superficies, éléments indispensables de la formation de ce tableau, sont en général rapportées d'une manière inexacte dans les publications relatives à la Statistique ou à la Géographie. J'ai eu les moyens, lorsque j'étais chargé de la direction générale du Cadastre de la France, d'obtenir ces mesures avec toute l'exactitude désirable; et j'ai fait graver en 1798 (an VI) une carte sur laquelle se trouvent inscrites, dans le périmètre de chaque département, sa population absolue (telle qu'elle existait alors), et sa superficie en arpents des eaux-et-forêts et en mètres carrés. J'ignore, vu les changements et déplacements des administrations, où l'on pourrait trouver la planche; mais un exemplaire de la carte est déposé à la Bibliothèque de l'Institut royal de France, et j'en conserve un autre. J'ai refait plusieurs calculs de superficie, opérations rendues nécessaires par des modifications survenues à quelques parties du système départemental de la France depuis les premières évaluations. Je me suis ainsi trouvé en état de remplir, par le tableau placé à la suite de la présente note, une lacune existante dans la collection des matériaux statistiques du royaume de France.

On voit sur ce tableau, à côté de la colonne qui contient les noms des départements, deux colonnes de nombres; la première, au haut de laquelle se trouve la lettre π, indique, pour chaque département, le nombre moyen d'habitants qui occupent 1 kilo-

mètre carré de sa superficie (1 kilomètre carré = 100 hectares = 195,802 arpents des eaux-et-forêts = 292,4944 arpents de Paris) : on a donc, dans cette colonne, les rapports entre ce que j'appelais tout à l'heure les *densités* respectives des populations des départements, expression à laquelle je substitue celle de *population spécifique*.

Prenons pour exemple les départements de la Seine-Inférieure et des Bouches-du-Rhône : la *population spécifique* du premier est cotée 116,820 (les nombres à droite de la virgule sont des fractions décimales); celle du second est cotée 59,717; on en conclut immédiatement que la Seine-Inférieure contient en nombres ronds, valeur moyenne, 117 individus par kilomètre carré, et que les Bouches-du-Rhône en contiennent 60 sur la même surface, ou, plus généralement, que les nombres d'individus répandus sur une surface donnée d'étendue quelconque, dans chacun des départements, ont entre eux le rapport de 117 à 60.

Cette première colonne de nombres donne donc le moyen de faire sans calcul, et à vue, les comparaisons des populations spécifiques des différents départements ; mais quelques personnes qui prennent intérêt aux recherches et aux calculs de Statistique, m'ont témoigné le désir d'avoir une seconde colonne de nombres réunissant à l'avantage qu'offre la première celui de rapporter les *populations spécifiques* à un terme *commun* de comparaison. Ce terme commun doit être naturellement la *population spécifique* de

la France entière, ou le nombre *moyen* d'habitants qu'elle contient par kilomètre carré. Or la population absolue de la France, d'après les derniers recensements, est de 32 560 934 individus, et la superficie de ses 86 départements est, en somme, de 540 085$^{kil.car.}$,600; on a donc sa *population spécifique* $= \frac{32560934}{5400856} = 60,28846$.

Substituant l'unité à ce dernier nombre, et mettant tous ceux de la colonne π en rapport avec cette unité, c'est-à-dire substituant à ces nombres les quotients de leurs divisions par 60,28846, on a les nombres de la deuxième colonne $\frac{\pi}{P}$, la lettre π désignant la *population spécifique* d'un département quelconque, et la lettre P représentant le nombre moyen 60,28846 d'individus que la France compte sur chaque kilomètre carré de sa surface totale.

Ce nombre moyen P = 60,288 se trouve inscrit dans la colonne π, à côté du mot *France;* on voit à sa droite, dans la colonne $\frac{\pi}{P}$, le module 1,00000, dont les relations avec tous les autres nombres de la même colonne deviennent intuitives. Prenons pour exemple de comparaison le département du Puy-de-Dôme; le nombre $\frac{\pi}{P}$ correspondant à ce département est 1,19669; d'où l'on conclut, sans faire aucun calcul, que le rapport de sa *population spécifique* à celle de la France entière est 1,19669 : 1,00000,

ou, en d'autres termes, qu'une même surface contenant, valeur moyenne, 11 967 individus dans le département du Puy-de-Dôme, en contient, valeur moyenne, 10 000 dans la France entière ou dans la réunion totale des 86 départements.

Les nombres de la table sont rangés par ordre de grandeur; j'ai pensé que cet ordre, en facilitant les rapprochements, conviendrait mieux que l'ordre alphabétique à ceux qui s'occupent de Statistique. Cette disposition fait immédiatement apercevoir le rang qu'occupe la *population spécifique* de la France *entière* parmi celle des départements; 39 départements, y compris celui de la Seine, ont une *population spécifique* supérieure, et 47 en ont une inférieure à celle qui est prise pour unité.

Le département de la Seine, composé des trois arrondissements de Paris, Saint-Denis et Seaux, n'est point inscrit sur le tableau, d'abord vu l'énorme disproportion entre les valeurs numériques qui lui sont applicables et celles que fournissent les autres départements, et ensuite parce que la ville ou les arrondissements de Paris, absorbant plus des $\frac{7}{9}$ de la population totale du département, la répartition uniforme sur la surface de laquelle on déduit la *population spécifique*, dépend d'éléments trop dissidents.

On va voir la preuve de ces assertions dans les deux petits tableaux qui suivent, où se trouvent, avec les valeurs qui concernent le département de

la Seine, les données d'après lesquelles je les ai calculées.

	Surface.	Populat.
	kil. car.	
1°. Arrondissement de Paris.....	34,50	774 338
2°. Arrondissem. de Saint-Denis et de Seaux.....	450,35	160 770
3°. Somme des trois arrondissem.	484,85	935 108

Ces données conduisent aux résultats suivants :

	π	$\frac{\pi}{P}$
Arrondissement de Paris.....	22444,600	372,287
Arrondissements de Saint-Denis et de Seaux.....	356,989	5,921
Département pris en masse....	1928,650	31,943

Paris seul contient, en nombres ronds, 22 445 individus par kilomètre carré, ou 224 par hectare ; ce qui donne une *population spécifique* égale à 372 fois celle de la France. Le surplus du département ne contient que 357 individus par kilomètre carré, et cette *population spécifique* est cependant encore sextuple de celle de la France.

J'ai pensé que je ferais une chose agréable à bien des lecteurs, en donnant à la suite des détails précédents sur Paris et le département de la Seine le tableau des superficies de Paris à diverses époques, depuis Jules-César jusqu'à l'époque actuelle; elles sont exprimées en hectares, et extraites des publications statistiques de M. le comte de Chabrol.

	Hectares.
Sous Jules-César, 56 ans avant notre ère, la 1re enceinte de Paris renfermait.	15,28
Sous Julien, en 375, la 2e encein.	38,78
Sous Phil.-Aug., en 1211, la 3e.	252,85
Sous Charles VI, en 1383, la 4e.	439,20
Sous Henri III, en 1581, la 5e.	483,60
Sous Louis XIII, en 1634, la 6e.	567,80
Sous Louis XIV, en 1686, la 7e.	1103,70
Sous Louis XV, en 1717, la 8e.	1337,12
Sous Louis XVI, en 1788..	3370,43
Actuellement.	3450,00

Suit le tableau annoncé ci-dessus. Le lecteur voudra bien se souvenir que la colonne intitulée π renferme les *populations spécifiques* des départements, ou les nombres moyens d'individus par kilomètre carré, et que la colonne intitulée $\frac{\pi}{P}$ renferme les rapports des nombres π avec le nombre $P = 60,2885$ = *population spécifique* de la France considérée dans l'étendue entière de son territoire.

TABLE

Des Populations spécifiques des départements français, et des rapports de chacune d'elles avec la population spécifique de la France entière.

NOMS DES DÉPARTEMENTS.	VALEURS de π.	VALEURS de $\frac{\pi}{P}$.
Nord	171,140	2,83868
Rhône	160,650	2,66469
Seine-Inférieure	116,820	1,93766
Bas-Rhin	109,010	1,80807
Vaucluse	101,940	1,69087
Haut-Rhin	98,124	1,62758
Pas-de-Calais	96,400	1,59893
Somme	89,948	1,49196
Manche	87,505	1,45144
Calvados	86,724	1,43849
Côtes-du-Nord	81,289	1,34833
Ille-et-Vilaine	80,215	1,33052
Loire	79,507	1,31879
Seine-et-Oise	77,939	1,29277
Finistère	75,630	1,25446
Puy-de-Dôme	72,147	1,19669
Sarthe	71,544	1,18670
Aisne	68,475	1,13579
Orne	68,436	1,13515
Oise	68,406	1,13466
Eure	68,067	1,12903
Mayenne	67,954	1,12716
Saône (Haute-)	67,752	1,12380
Vosges	67,690	1,12277
Garonne (Haute-)	66,820	1,10833
Loire-Inférieure	66,557	1,10399
Moselle	66,102	1,09644

NOMS DES DÉPARTEMENTS.	VALEURS de π.	VALEURS de $\frac{\pi}{P}$.
Meurthe	66,068	1,09587
Lot-et-Garonne	65,824	1,09181
Isère	65,411	1,08497
Maine-et-Loire	65,089	1,07963
Morbihan	63,594	1,05483
Tarn-et-Garonne	62,924	1,04372
Charente-Inférieure	62,115	1,03030
Jura	62,083	1,02976
Ardèche	61,951	1,02758
Charente	61,571	1,02127
Saône-et-Loire	61,092	1,01332
France (86 départements)	60,288	1,00000
Bouches-du-Rhône	59,717	0,99052
Gard	59,591	0,98843
Tarn	58,223	0,96573
Ain	58,185	0,96512
Loire (Haute-)	58,085	0,96345
Pyrénées (Basses-)	56,670	0,93999
Ardennes	55,136	0,91455
Hérault	54,872	0,91016
Seine-et-Marne	54,346	0,90143
Lot	53,907	0,89414
Dordogne	53,742	0,89141
Meuse	52,047	0,86329
Gironde	51,197	0,84919
Vienne (Haute-)	50,019	0,82967
Doubs	50,009	0,82948
Pyrénées (Hautes-)	49,589	0,82253
Corrèze	49,574	0,82229
Vendée	48,907	0,81122
Sèvres (Deux-)	48,778	0,80908
Yonne	48,338	0,80178
Gers	47,863	0,79389
Ariége	47,800	0,79286
Indre-et-Loire	47,670	0,79069

NOMS DES DÉPARTEMENTS.	VALEURS de π.	VALEURS de $\frac{\pi}{P}$.
Eure-et-Loire	45,864	0,76075
Creuse	45,799	0,75965
Loiret	45,214	0,74996
Cantal	45,044	0,74715
Drôme	44,319	0,73511
Var	43,758	0,72581
Côte-d'Or	42,861	0,71094
Nièvre	41,707	0,69179
Aude	41,494	0,68826
Marne	41,094	0,68162
Vienne	41,030	0,68056
Aveyron	40,707	0,67520
Aube	40,347	0,66923
Allier	40,182	0,66649
Marne (Haute-)	39,457	0,65447
Loir-et-Cher	39,088	0,64836
Pyrénées-Orientales	38,176	0,63323
Indre	35,665	0,59157
Cher	34,597	0,57385
Landes	31,259	0,51850
Lozère	27,555	0,45706
Alpes (Hautes-)	23,322	0,38683
Alpes (Basses-)	20,926	0,34709
Corse	19,929	0,33055

TABLES

De la Mortalité et de la Population en France.

La table première, intitulée *Loi de la mortalité en France,* indique combien, sur un million d'enfants qu'on suppose nés au même instant, il en reste de vivants après 1 an, 2 ans, 3 ans, etc., jusqu'à 110 ans où il n'en existe plus; par exemple, à 20 ans il n'en reste que 502216, ou un peu plus de la moitié, et à 45 ans 334072, ou un peu plus du tiers. On voit que presque un quart des enfants meurent dans la première année, et qu'un tiers ne parviennent pas à l'âge de 2 ans. La petite vérole a une grande part à cette mortalité effrayante; mais le bienfait de la vaccine finira par délivrer l'humanité de ce fléau destructeur.

Ainsi, d'après cette table, de 26000 enfants qui naissent à peu près chaque année à Paris, il n'y en a que la moitié qui parviennent à l'âge de 20 ans, et seulement un tiers qui atteignent l'âge de 45 ans. Si l'on veut savoir combien parviennent à l'âge de 55 ans, par exemple, on fera la proportion, un million est à 26000 comme 257193 (nombre de la table I placé vis-à-vis de 55 ans) est au nombre cherché qui est ici 6687; il en reste donc un peu plus du quart.

Si l'on prend la différence entre deux nombres consécutifs de la table, entre ceux qui correspondent à 40 et 41 ans, par exemple, on aura 6985 pour le nombre d'individus qui meurent pendant cette an-

née ; ainsi sur 369404 individus qui ont 40 ans, il en meurt 6985 dans une année, ou 1 sur 53. On trouvera de même qu'à l'âge de 10 ans il n'en meurt par an qu'un sur 130 ; mais avant et après cet âge il en meurt un sur un moindre nombre. Le danger de mourir est le plus petit possible à l'âge de 10 ans.

Pour savoir le nombre d'années qu'une personne de 40 ans vivra probablement, on cherchera dans la table le nombre 369404 de personnes qui ont 40 ans ; on en prendra la moitié, qui est 184702 : cette moitié correspond à peu près vis-à-vis de 63 ans ; puisqu'à 63 ans une moitié de ceux qui avaient 40 ans est morte et l'autre vivante, il y a également à parier pour ou contre qu'une personne de 40 ans parviendra à cet âge ; c'est donc 63 moins 40, ou 23 ans, qu'une personne de 40 ans vivra probablement. On trouvera de même la durée de la vie probable pour un âge donné, ou le nombre d'années après lequel le nombre des individus de cet âge sera réduit à la moitié. La vie probable est de 20 ans $^1/_3$ pour un enfant qui vient de naître ; elle augmente à 1 an, 2 ans, 3 ans ; elle parvient à sa plus grande longueur, qui est de 45 ans $^2/_3$, à l'âge de 4 ans, et elle va toujours en diminuant ensuite.

Quant à la durée de la vie moyenne, qui exige un peu plus de calcul que les problèmes précédents, nous nous contenterons de dire que, d'après cette table, elle est de 28 ans $^3/_4$ à partir de la naissance. En la calculant pour chaque âge, on trouve qu'elle est la plus longue possible et de 43 ans 5 mois à l'âge de 5

ans. Ainsi, à partir de la naissance, la vie probable est de 20 ans $^1/_3$ et la vie moyenne de 28 ans $^3/_4$; mais pour des enfants de 4 et de 5 ans, qui ont échappé à la mortalité des 3 ou 4 premières années, la vie probable surpasse 45 ans, et la vie moyenne 43 ans.

La table II, intitulée *Loi de la Population en France,* offre le partage de la population suivant les âges. Elle suppose un million de naissances annuelles comme la table de mortalité. Le premier nombre 28763192 exprime la population totale. Le suivant 2787943o, qui correspond à un an, marque le nombre d'individus d'un an et au-dessus; ceux qui sont vis-à-vis des années 2, 3, 4, etc., représentent les nombres d'individus dont les âges sont compris entre 2 ans, 3 ans, etc., et le terme de l'existence.

Supposons qu'on demande le nombre d'individus de 20 à 21 ans. On voit par la table qu'il y a 17205690 individus qui ont 20 ans et plus, et 16706423 qui ont 21 ans et plus : la différence 499267 entre ces deux nombres représente donc les individus qui ont 20 ans passés, sans avoir encore 21 ans. Si l'on veut connaître ce nombre pour 26000 naissances annuelles, on fera la proportion : 1000000 est à 26000 comme 499267 est au nombre cherché 12981. Ainsi, d'après cette table, il y a 12981 individus de 20 à 21 ans dans une population où l'on compte annuellement 26000 naissances.

La table III donne aussi la *Loi de la Population en France,* mais pour une population de dix millions. Elle indique combien il y a d'individus parmi ces

dix millions qui ont un âge donné ou davantage; par exemple, 5981843 qui ont 20 ans et plus, et 5808267 qui ont 21 ans et plus. La différence 173576 de ces deux nombres représente le nombre des individus de 20 à 21 ans. Si l'on veut trouver ce même nombre pour une population de 30 millions, on fera la proportion, 10 millions est à 30 millions comme 173576 est au nombre cherché 520728 : en en défalquant la moitié pour les femmes, il restera 260364 hommes de l'âge de 20 à 21 ans sur la population de 30 millions, qui est à peu près celle de la France.

La table I est exactement conforme à celle que Duvillard a donnée en 1806, à la page 161 de son *Analyse de l'influence de la Petite Vérole sur la mortalité.* L'auteur dit que « elle présente tous les résultats de la mortalité générale, d'après un assez grand nombre de faits recueillis avant la révolution en divers lieux de la France, et qu'elle doit représenter assez exactement la loi de mortalité. » Mais depuis cette époque on remarque des changements notables dans les divers éléments de la population, et il est à désirer que l'on rassemble tous les documents nécessaires pour construire une table qui convienne mieux à l'état actuel de la population en France.

De la table de mortalité donnée par M. Duvillard, j'ai directement déduit la loi correspondante de la population supposée stationnaire. Je l'ai calculée d'année en année, sous deux formes différentes. La table II suppose un million de naissances annuelles; on la trouve en partie à la page 123 de l'ouvrage

déjà cité de Duvillard. La table III est construite pour une population de dix millions d'individus.

La table de Duvillard, qui donne une mortalité un peu trop rapide même pour la population générale de la France, ne peut pas suffire à toutes les combinaisons qui reposent sur les probabilités de la durée de la vie humaine. Aussi en France il y a des compagnies d'assurance sur la vie qui se servent de la table de Duvillard pour les sommes payables au décès des assurés; mais pour les assurances payables du vivant des assurés, telles que les rentes viagères, elles font usage de la table que Deparcieux a construite pour des têtes choisies, et qui donne une mortalité bien plus lente que celle de Duvillard. Des compagnies anglaises se servent dans les mêmes circonstances des tables qui représentent la loi de la mortalité dans les villes de Northampton et de Carlisle. La mortalité est encore plus rapide dans la table pour la ville de Northampton que dans la table de Duvillard, et encore plus lente à Carlisle que dans la table de Deparcieux. Suivant que l'on range les individus assurés dans des classes dont la mortalité est rapide ou lente, on emploie des tables de mortalité rapide comme celle de Duvillard, ou de mortalité lente comme celle de Deparcieux. Les tables IV, V et VI renferment les lois de mortalité dont il vient d'être question, et qu'il était bon de joindre à celle de Duvillard, puisqu'on emploie plusieurs tables dans le calcul des assurances.

En Angleterre, on se sert aussi de la table de De-

parcieux. On peut voir dans *The principles and doctrine of assurances*, etc., de Morgan, page 295, une table qu'il donne comme conforme à celle que Deparcieux a publiée. Cependant elle présente quelques petites différences. On y trouve d'ailleurs la loi de la mortalité pour les premières années, omises par Deparcieux.

MATHIEU.

TABLE I.

Loi de la mortalité en France, d'après Duvillard.

Ages.	Vivants.	Ages.	Vivants.	Ages.	Vivants.	Ages.	Vivants.
0	1000000	28	451635	56	248782	84	15175
1	767525	29	444932	57	240214	85	11886
2	671834	30	438183	58	231488	86	9224
3	624668	31	431398	59	222605	87	7165
4	598713	32	424583	60	213567	88	5670
5	583151	33	417744	61	204380	89	4686
6	573025	34	410886	62	195054	90	3830
7	565838	35	404012	63	185600	91	3093
8	560245	36	397123	64	176035	92	2466
9	555486	37	390219	65	166377	93	1938
10	551122	38	383300	66	156651	94	1499
11	546888	39	376363	67	146882	95	1140
12	542630	40	369404	68	137102	96	850
13	538255	41	362419	69	127347	97	621
14	533711	42	355400	70	117656	98	442
15	528969	43	348342	71	108070	99	307
16	524020	44	341235	72	98637	100	207
17	518863	45	334072	73	89404	101	135
18	513502	46	326843	74	80423	102	84
19	507949	47	319539	75	71745	103	51
20	502216	48	312148	76	63424	104	29
21	496317	49	304662	77	55511	105	16
22	490267	50	297070	78	48057	106	8
23	484083	51	289361	79	41107	107	4
24	477777	52	281527	80	34705	108	2
25	471366	53	273560	81	28886	109	1
26	464863	54	265450	82	23680	110	0
27	458282	55	257193	83	19106		
28	451635	56	248782	84	15175		

TABLE II.

Loi de la population en France, pour un million de naissances annuelles.

Ans.		Ans.		Ans.		Ans.	
0	28763192	28	13385809	56	3478634	84	62941
1	27879430	29	12937526	57	3234136	85	49410
2	27159750	30	12495969	58	2998285	86	38855
3	26511499	31	12061178	59	2771238	87	30660
4	25899808	32	11633188	60	2553152	88	24243
5	25308876	33	11212024	61	2344179	89	19065
6	24730788	34	10797709	62	2144462	90	14807
7	24161357	35	10390261	63	1954134	91	11345
8	23598315	36	9989694	64	1773317	92	8565
9	23040450	37	9596023	65	1602110	93	6363
10	22487146	38	9209263	66	1440596	94	4644
11	21938141	39	8829431	67	1288830	95	3325
12	21393382	40	8456548	68	1146837	96	2330
13	20852939	41	8090636	69	1014613	97	1594
14	20316957	42	7731727	70	892111	98	1063
15	19785617	43	7379857	71	779248	99	688
16	19259122	44	7035068	72	675895	100	431
17	18737680	45	6697415	73	581875	101	260
18	18221498	46	6366957	74	496962	102	151
19	17710772	47	6043766	75	420877	103	83
20	17205690	48	5727922	76	353293	104	44
21	16706423	49	5419517	77	293825	105	22
22	16213131	50	5118652	78	242041	106	10
23	15725956	51	4825436	79	197459	107	4
24	15245026	52	4539992	80	159553	108	2
25	14770455	53	4262449	81	127758	109	1
26	14302340	54	3992943	82	101473	110	0
27	13840767	55	3731622	83	80081		
28	13385809	56	3478634	84	62941		

TABLE III.

Loi de la population en France pour dix millions d'habitants.

Ans.		Ans.		Ans.		Ans.	
0	10000000	28	4653798	56	1209405	84	21883
1	9692745	29	4497945	57	1124401	85	17179
2	9442537	30	4344430	58	1042403	86	13509
3	9217162	31	4193268	59	963467	87	10660
4	9004497	32	4044470	60	887646	88	8428
5	8799056	33	3898046	61	814993	89	6628
6	8598068	34	3754003	62	745558	90	5148
7	8400096	35	3612346	63	679387	91	3944
8	8204345	36	3473082	64	616523	92	2978
9	8010394	37	3336216	65	557000	93	2212
10	7818029	38	3201753	66	500847	94	1615
11	7627158	39	3069698	67	448083	95	1156
12	7437763	40	2940059	68	398717	96	810
13	7249870	41	2812844	69	352747	97	554
14	7063526	42	2688063	70	310157	98	369
15	6878797	43	2565729	71	270919	99	239
16	6695753	44	2445858	72	234986	100	150
17	6514465	45	2328471	73	202298	101	90
18	6335005	46	2213581	74	172777	102	52
19	6157443	47	2101215	75	146325	103	29
20	5981843	48	1991407	76	122829	104	15
21	5808267	49	1884185	77	102153	105	8
22	5636764	50	1779584	78	84150	106	3
23	5467390	51	1677643	79	68650	107	1
24	5300186	52	1578403	80	55471	108	1
25	5135193	53	1481911	81	44417	109	0
26	4972445	54	1388213	82	35279	110	0
27	4811972	55	1297360	83	27841		
28	4653798	56	1209405	84	21883		

TABLE IV.

Loi de la mortalité en France, pour des têtes choisies, suivant Deparcieux (*).

Ages.	Vivants.	Ages.	Vivants.	Ages.	Vivants.	Ages.	Vivants.
0		28	750	56	514	84	59
1		29	742	57	502	85	48
2		30	734	58	489	86	38
3	1000	31	726	59	476	87	29
4	970	32	718	60	463	88	22
5	948	33	710	61	450	89	16
6	930	34	702	62	437	90	11
7	915	35	694	63	423	91	7
8	902	36	686	64	409	92	4
9	890	37	678	65	395	93	2
10	880	38	671	66	380	94	1
11	872	39	664	67	364	95	0
12	866	40	657	68	347		
13	860	41	650	69	329		
14	854	42	643	70	310		
15	848	43	636	71	291		
16	842	44	629	72	271		
17	835	45	622	73	251		
18	828	46	615	74	231		
19	821	47	607	75	211		
20	814	48	599	76	192		
21	806	49	590	77	173		
22	798	50	581	78	154		
23	790	51	571	79	136		
24	782	52	560	80	118		
25	774	53	549	81	101		
26	766	54	538	82	85		
27	758	55	526	83	71		
28	750	56	514	84	59		

(*) *Essai sur les Probabilités de la vie humaine;* par Deparcieux, Paris, 1746.

TABLE V.

Loi de la mortalité dans la ville de Northampton (*).

Ages.	Vivants.	Ages.	Vivants.	Ages.	Vivants.	Ages.	Vivants.
0	11650	25	4760	53	2612	81	406
3 mo	10310	26	4685	54	2530	82	346
6 mo	9756	27	4610	55	2448	83	289
9 mo	9203	28	4535	56	2366	84	234
1 an	8650	29	4460	57	2284	85	186
2	7283	30	4385	58	2202	86	145
3	6781	31	4310	59	2120	87	111
4	6446	32	4235	60	2038	88	83
5	6249	33	4160	61	1956	89	62
6	6065	34	4085	62	1874	90	46
7	5925	35	4010	63	1793	91	34
8	5815	36	3935	64	1712	92	24
9	5735	37	3860	65	1632	93	16
10	5675	38	3785	66	1552	94	9
11	5623	39	3710	67	1472	95	4
12	5573	40	3635	68	1392	96	1
13	5523	41	3559	69	1312		
14	5473	42	3482	70	1232		
15	5423	43	3404	71	1152		
16	5373	44	3326	72	1072		
17	5320	45	3248	73	992		
18	5262	46	3170	74	912		
19	5199	47	3092	75	832		
20	5132	48	3014	76	752		
21	5060	49	2936	77	675		
22	4985	50	2857	78	602		
23	4910	51	2776	79	534		
24	4835	52	2694	80	469		
25	4760	53	2612	81	406		

(*) *The principles and doctrine of assurances, annuities on lives*, etc.; by W. Morgan; London, 1821, p. 235.

TABLE VI.

Loi de la mortalité dans la ville de Carlisle (*).

Ages.	Vivants	Ages.	Vivants.	Ages.	Vivants.	Ages.	Vivants.
0	10000	23	5963	51	4338	79	1081
1 mo	9467	24	5921	52	4276	80	953
2	9313	25	5879	53	4211	81	837
3 mo	9226	26	5836	54	4143	82	725
6	8970	27	5793	55	4073	83	623
9	8715	28	5748	56	4000	84	529
1 an	8461	29	5698	57	3924	85	445
2	7779	30	5642	58	3842	86	367
3	7274	31	5585	59	3749	87	296
4	6998	32	5528	60	3643	88	232
5	6797	33	5472	61	3521	89	181
6	6676	34	5417	62	3395	90	142
7	6594	35	5362	63	3268	91	105
8	6536	36	5307	64	3143	92	75
9	6493	37	5251	65	3018	93	54
10	6460	38	5194	66	2894	94	40
11	6431	39	5136	67	2771	95	30
12	6400	40	5075	68	2648	96	23
13	6368	41	5009	69	2525	97	18
14	6335	42	4940	70	2401	98	14
15	6300	43	4869	71	2277	99	11
16	6261	44	4798	72	2143	100	9
17	6219	45	4727	73	1997	101	7
18	6176	46	4657	74	1841	102	5
19	6133	47	4588	75	1675	103	3
20	6090	48	4521	76	1515	104	1
21	6047	49	4458	77	1359		
22	6005	50	4397	78	1213		
23	5963	51	4338	79	1081		

(*) *A treatise on the valuation of annuities and assurances on lives and survivorships;* by J. Milne; London, 1815; t. II, p. 564.

HAUTEURS

Des principales montagnes du Globe au-dessus du niveau de l'Océan.

EUROPE.

	mèt.
Mont-Blanc (Alpes).	4810
Mont-Rose (Alpes)..	4736
Fisterahorn (Suisse).	4362
Jung-Frau (*idem*)...	4180
Ortler (Tyrol).....	3908
Mulahasen Grenade)	3555
Col du Géant (Alpes).	3426
Malahite ou Néthou. (Pyrénées)	3481
Mont-Perdu (Pyrén.).	3410
Le Cylindre (Pyrén.)	3369
Maladetta (Pyrén.)..	3355
Viguemale (Pyrén.).	3354
Le Cylindre (Pyrén.).	3332
Etna (Sicile).....	3237
Pic du Midi (Pyrén.).	2877
Budosch (Transylv.).	2924
Surul (*idem.*).....	2924
Legnone.....	2806
Canigou (Pyrénées)..	2781
Pointe Lomnis (Crapats)	2701
Monte - Rotondo (Corse)	2672
Monte-d'Oro (*id.*)...	2652
Lipsze (Crapats)....	2534
Sneehaten (Norwége)	2500
Monte - Velino (Apennins).....	2393
Mt Athos (Grèce)...	2066
Mont Ventoux.....	1960

	mèt.
Mont-d'Or (France)..	1884
Cantal (France).....	1857
Le Mezen (Cévennes).	1766
Sierra d'Estre (Portugal).	1700
Puy-Mary (France)..	1658
Hussoko (Moravie)..	1624
Schneckoppe (Bohème)	1608
Adelat (Suède).....	1578
Suœfials-Iokull (Islande)	1559
Mont des Géants. (Bohème).....	1512
Puy-de-Dôme (Fr.)..	1467
Le Ballon (Vosges)..	1403
Pointe-Noire (Spitzberg)	1372
Ben-Nevis (Invernshire).....	1325
Fichtelberg (Saxe)...	1212
Vésuve (Naples).....	1198
Mt Parnasse (Spitzb.)	1194
Mont Erix (Sicile)..	1187
Broken (Hartz-Saxe).	1140
Sierra de Foja (Algarbes)	1100
Snowden (Pays de Galles)	1089
Shehalien (Ecosse)..	1039
Hekla (Islande).....	1013

AMÉRIQUE.

	mèt.		mèt.
Nevado de Sorata...	7696	Pic d'Orizaba.....	5295
Nevado de Illimani.	7315	Montagned'Inchocaio	5240
Chimborazo (Pérou).	6530	Cerro de Potosi.....	4888
Cayambé (*idem*).....	5954	Mowna - Roa (Owhyee).....	4838
Antisana(volc.Pérou)	5833	Sierra-Nevada (Mex.)	4786
Chipicani.....	5760	Mgne du beau Tems (Côte N.-O. Amér.)	4549
Cotopaxi (volc. *id.*).	5753	Coffre de Perote	4088
Montagne de Pichu-Pichu.....	5670	Montagne d'Otaïti. mer du Sud).....	3323
Volcan d'Arequipa.	5600	Mont.Bleues (Jamaï.)	2218
Mont St.-Elie (côte N.-E. Amérique)..	5113	Volcan de la Solfatara (Guadeloupe).	1557
Popocatepec (volcan du Mexique).....	5400		

ASIE.

	mèt.		mèt.
Pics les plus élevés de l'Himalaya(Thibet): le 14e.....	7821	Elbrouz. (Caucase)..	5009
Le 12e.....	7088	Pic de la front. de la Chine et de la Russie.	5135
Le 3e.....	6959	Ophyr(î. de Sumatra)	3950
Le 23e.....	6925	Mont Liban.....	2906
		Petit-Altaï (Sibérie).	2202

AFRIQUE.

	mèt.		mèt.
Pic de Ténériffe....	3710	Piton des Neiges (île Bourbon).....	3067
Montagne d'Ambotismène (Madagasc.)	3507	Montagne de la Table (cap de B.-Espér.).	1163
Mgne du Pic (Açores).	2412		

Passages des Alpes qui conduisent d'Allemagne, de Suisse et de France en Italie.

	mètres.
Passage du mont Cervin	3410
du grand Saint-Bernard	2491
du col de Seigne	2461
de Furka	2439
du col Terret	2321
du petit Saint-Bernard	2192
du Saint-Gothard	2075
du mont Cénis	2066
du Simplon	2005
du mont Genèvre	1937
du Splügen	1925
La poste du mont Cénis	1906
Le col de Tende	1795
Les Taures de Rastadt	1559
Passage du Brenner	1420

Passages des Pyrénées.

Port d'Oo	3002
Port Viel d'Estaubé	2561
Port de Pinède	2499
Port de Gavarnie	2333
Port de Cavarère	2241
Passage de Tourmalet	2177

AMÉRIQUE.

Passages ou cols des deux Cordilières.

Passage de Chullunquani	
de Paquani	4641
de Gualilas	4520
de Tolapalca	4290
des Altos de los Huessos	4137

HAUTEURS

De quelques lieux habités du Globe.

	mèt.
Maison de poste d'Ancomarca..... (*Habitée seulement pendant quelques mois de l'année.*)	4792
Maison de poste d'Apo.....	4376
Tacora (village d'indiens).....	4344
Potosi (la partie la plus haute).....	4166
Ville de Calamarca.....	4141
Métairie d'Antisana.....	4101
Puno (ville).....	3911
Oruro (ville).....	3792
La Paz (ville, république de Bolivia).....	3717
Micuipampa (ville, Pérou).....	3618
Tupisa (ville, Bolivia).....	3049
Ville de Quito.....	2908
Ville de Caxamarca. (Pérou).....	2860
La Plata (capitale de Bolivia).....	2844
Santa-Fé de Bogota.....	2661
Ville de Cuença (province de Quito).....	2633
Cochabamba (ville capitale).....	2575
Hospice du grand Saint-Bernard.....	2491
Arequipa (ville).....	2377
Mexico.....	2277
Hospice du Saint-Gothard.....	2075
Village de Saint-Véran (Alpes-Hautes).....	2040
Village de Breuil (vallée du mont Cervin)...	2007
Village de Maurin. (Basses-Alpes).....	1902
Village de Saint-Remi.....	1604
Village de Heas (chapelle, Pyrénées).....	1497
Village de Gavarnie (auberge, *Idem*).....	1335
Briançon.....	1306
Village de Barége (cour des Bains, Pyrénées)..	1241
Palais de Saint-Ildefonse (Espagne).....	1155
Bains du Mont-d'Or (Auvergne).....	1040
Pontarlier.....	828

	mèt.
Saint-Sauveur (terrasse des Bains, Pyrénées)...	728
Luz (église, Pyrénées).....	706
Madrid.....	608
Inspruck.....	566
Munich.....	538
Lausanne.....	507
Augsbourg.....	475
Salszbourg.....	452
Neufchâtel.....	438
Plombières.....	421
Clermont-Ferrand (Préfecture).....	411
Genève.....	372
Freyberg.....	372
Ulm.....	369
Ratisbonne.....	362
Moscow.....	300
Gotha.....	285
Turin.....	230
Dijon.....	217
Prague.....	179
Mâcon (Saône).....	168
Lyon (Rhône).....	162
Cassel.....	158
Lima.....	156
Gottingue.....	134
Vienne (Danube).....	133
Toulouse (Garon.).....	132
Milan (Jard. bot.).....	128
Bologne.....	121
Parme.....	93
Dresde.....	90
Paris (Observatoire Royal, 1er étage).....	65
Rome (Capitole).....	46
Berlin.....	40

Hauteurs de la limite inférieure des neiges perpétuelles, sous diverses latitudes.

	mètres.
A 0° de latitude, ou sous l'équateur.....	4800
A 20°	4600
A 45°	2550
A 65°	1500

Hauteurs de quelques Édifices.

La plus haute des pyramides d'Égypte.....	146
La tour de Strasbourg (le Munster), au-dessus du pavé.....	142
La tour de Saint-Étienne à Vienne.....	138
La coupole de Saint-Pierre de Rome, au-dessus de la place.....	132
La tour de Saint-Michel à Hambourg.....	130
La flèche de l'église d'Anvers.....	120
La tour de Saint-Pierre à Hambourg.....	119
—— de Saint-Paul de Londres.....	110
Le dôme de Milan, au-dessus de la place...	109
La tour des Asinelli à Bologne.....	107
La flèche des Invalides, au-dessus du pavé..	105
Le sommet du Panthéon, au-dessus du pavé.	79
La balustrade de la tour N.-Dame, *id*.....	66
La colonne de la place Vendôme	43
La plate-forme de l'Observatoire royal.....	27
La mâture d'un vaisseau français de 120 canons au-dessus de la quille.....	73

PESANTEURS SPÉCIFIQUES DES GAZ,

Celle de l'air étant prise pour unité.

NOMS DES GAZ.	DENSIT. trouvées.	DENSIT. calculées	NOMS des observateurs.
Air.	1,0000	.....	.....
Gaz hydriodique	4,443	4,340	Gay-Lussac.
Gaz fluosilicique	3,573	.....	John Davy.
Gaz chloroborique	3,420	.....	Dumas.
Gaz chlorocarbonique	.....	3,399	.....
Hydrogène arseniqué	2,695	2,695	Dumas.
Chlore	2,470	2,426	Gay-Lussac et Thénard.
Oxide de chlore	.....	2,315	.....
Acide fluoborique	2,371	.....	John Davy.
Acide sulfureux	2,234	.....	Thénard.
Cyanogène	1,806	1,819	Gay-Lussac.
Hydrogène phosphoré	1,761	.....	Dumas.
Protoxide d'azote	1,520	1,527	Colin.
Acide carbonique	1,5245	.....	Berzélius, Dulong.
Acide hydrochlorique	1,2474	.....	Biot et Arago.
Hydrog. protophosphoré.	1,214	.....	Dumas.
Acide hydrosulfurique	1,1912	.....	Gay-Lussac et Thénard.
Oxigène	1,1026	.....	Berzélius, Dulong.
Deutoxide d'azote	1,0388	1,0364	Bérard.
Hydrogène bicarboné	0,9780	.....	Th. de Saussur.
Azote	0,976	.....	Berzélius, Dulong.
Oxide de carbone	0,957	0,967	Cruikshanck.
Ammoniaque	0,5967	0,5910	Biot et Arago.
Hydrog. carb. des marais.	0,555	0,559	Thomson.
Hydrogène	0,0688	.....	Berzélius, Dulong.

PESANTEURS SPÉCIFIQUES DES VAPEURS,

Celle de l'air étant prise pour unité, et les vapeurs étant ramenées par le calcul à 0° et 0m,76.

NOMS DES VAPEURS.	DENSIT. trouvées	DENSIT. calculées	NOMS des observateurs.
Air	1,0000	.....	.....
Bichlorure d'étain	9,199	8,993	Dumas.
Vapeur d'iode	8,716	.....	*id.*
Vapeur de mercure	6,976	.....	*id.*
Vapeur de soufre	6,617	.....	*id.*
Protochlorure d'arsenic	6,300	6,297	*id.*
Chlorure de silicium	5,939	5,959	*id.*
Ether hydriodique	5,4749	.....	Gay-Lussac.
Camphre ordinaire	5,468	5,314	Dumas.
Ether benzoïque	5,409	5,241	D. et Boullay.
Ether oxalique	5,087	5,081	*id.*
Protochlorure de phosph.	4,875	4,807	Dumas.
Essence de térébenthine.	4,763	4,765	*id.*
Chlorure jaune de soufre.	4,730	.....	*id.*
Naphtaline	4,528	4,492	*id.*
Vapeur de phosphore	4,355	4,325	*id.*
Chlorure rouge de soufre.	3,700	.....	*id.*
Liqueur des Hollandais.	3,443	.....	Gay-Lussac.
Acide hyponitrique	3,180	.....	Dulong.
Ether acétique	3,067	3,066	Dum. et Boul.
Sulfure de carbone	2,644	.....	Gay-Lussac.
Ether hyponitreux	2,626	2,606	Dum. et Boul.
Ether sulfurique	2,586	.....	Gay-Lussac.
Ether hydrochlorique	2,212	.....	Thénard.
Chlorure de cyanogène	2,111	2,112	Gay-Lussac.
Esprit pyroacétique	2,019	2,020	Dumas.
Alcool	1,6133	.....	Gay-Lussac.
Acide hydrocyanique	0,9476	0,9360	*id.*
Eau	0,6235	0,624	*id.*

LIQUIDES.

Acide sulfurique	1,8409
Acide nitreux	1,550
Eau de la mer Morte	1,2403
Acide nitrique	1,2175
Eau de la mer	1,0263
Lait	1,03
Eau distillée	1,0000
Vin de Bordeaux	0,9939
Vin de Bourgogne	0,9915
Huile d'olive	0,9153
Ether muriatique	0,874
Huile essentielle de térébenthine	0,8697
Bitume liquide dit *naphte*	0,8475
Alcool absolu	0,792
Ether sulfurique	0,7155

TABLE

Des pesanteurs spécifiques des solides, celle de l'eau étant 1 (*à* 18° *centigrades*).

Platine	laminé	22,0690
	passé à la filière	21,0417
	forgé	20,3366
	purifié	19,5000
Or	forgé	19,3617
	fondu	19,2581
Tungstène		17,
Mercure (à 0°)		13,598
Plomb fondu		11,3523
Palladium		11,3
Rhodium		11.0
Argent fondu		10,4743
Bismuth fondu		9,822
Cuivre en fil		8,8785
Cuivre rouge fondu		8,7880
Molybdène		8,611

Arsenic	8,308
Nickel fondu	8,279
Urane	8,1
Acier non écroui	7,8163
Cobalt fondu	7,8119
Fer en barre	7,7880
Étain fondu	7,2914
Fer fondu	7,2070
Zinc fondu	6,861
Antimoine fondu	6,712
Tellure	6,115
Chrôme	5,9
Iode	4,9480
Spath pesant	4,4300
Jargon de Ceylan	4,4161
Rubis oriental	4,2833
Saphir oriental	3,9941
Saphir du Brésil	3,1308
Topaze orientale	4,0107
Topaze de Saxe	3,5640
Béril oriental	3,5489
Diamants les plus lourds (légèrement colorés en rose)	3,5310
— les plus légers	3,5010
Flint-glass (anglais)	3,3293
Spath fluor (rouge)	3,1911
Tourmaline (verte)	3,1555
Asbeste raide	2,9958
Marbre de Paros (chaux carbonatée lamellaire)	2,8376
Quartz-jaspe onyx	2,8160
Émeraude verte	2,7755
Perles	2,7500
Chaux carbonatée cristallisée	2,7182
Quartz-jaspe	2,7101
Corail	2,680
Cristal de roche pur	2,6530
Quartz-agate	2,615
Feld-spath limpide	2,5644
Verre de Saint-Gobain	2,4882

Porcelaine de la Chine	2,3847
Chaux sulfatée cristallisée	2,3177
Porcelaine de Sèvres	2,1457
Soufre natif	2,0332
Ivoire	1,9170
Albâtre	1,8740
Anthracite	1,8
Alun	1,720
Houille compacte	1,3292
Jayet	1,259
Succin	1,078
Sodium	0,9726
Glace	0,930
Potassium	0,8651
Bois de hêtre	0,852
Frêne	0,845
If	0,807
Bois d'orme	0,800
Pommier	0,733
Bois d'oranger	0,705
Sapin jaune	0,657
Tilleul	0,604
Bois de cyprès	0,598
Bois de cèdre	0,561
Peuplier blanc d'Espagne	0,529
Bois de sassafras	0,482
Peuplier ordinaire	0,383
Liége	0,240

Pour établir une liaison entre les tables de pesanteurs spécifiques qui précèdent, nous ajouterons que, d'après les recherches de MM. Biot et Arago, le poids de l'air atmosphérique sec, à la température de la glace fondante et sous la pression de $0^m,76$ est, à volume égal, $\frac{1}{770}$ de celui de l'eau distillée.

Par une moyenne entre un grand nombre de pesées, on a trouvé qu'à zéro de température et sous la pression de $0^m,76$, le rapport du poids de l'air à celui du mercure, est de 1 à 10366.

TABLE

Des dilatations linéaires qu'éprouvent différentes substances, depuis le terme de la congélation de l'eau jusqu'à celui de son ébullition, d'après LAPLACE *et* LAVOISIER.

NOMS DES SUBSTANCES.	DILATATIONS en décimales.	DILATATIONS en fract. vulgaires.
Acier non trempé.	0,0010791	$\frac{1}{927}$
Argent de coupelle.....	0,0019097	$\frac{1}{523}$
Cuivre.....	0,0017173	$\frac{1}{582}$
Cuivre jaune ou laiton.....	0,0018782	$\frac{1}{533}$
Étain de Falmouth.....	0,0021730	$\frac{1}{462}$
Fer doux forgé.....	0,0012205	$\frac{1}{819}$
Fer rond passé à la filière.....	0,0012350	$\frac{1}{812}$
Flint-glass anglais.....	0,0008117	$\frac{1}{1248}$
Or de départ.....	0,0014661	$\frac{1}{682}$
Or au titre de Paris.....	0,0015515	$\frac{1}{645}$
Platine.....	0,0008565	$\frac{1}{1167}$
Plomb.....	0,0028484	$\frac{1}{356}$
Verre de St-Gobain.....	0,0008909	$\frac{1}{1122}$

Le mercure se dilate, en volume, depuis zéro jusqu'à l'eau bouillante, de 0,018018 = $\frac{1}{5505}$

L'eau de..... 0,0433 = $\frac{1}{23}$

L'alcool de..... 0,1100 = $\frac{1}{9}$

Tous les gaz de..... 0,375 = $\frac{100}{267}$

TABLE

Pour calculer la hauteur des Montagnes, d'après les observations barométriques.

Cette table est due à M. Oltmanns; elle nous semble être la plus commode de toutes celles qui ont été publiées jusqu'ici, pour faciliter le calcul des hauteurs, du moins lorsqu'on renonce à l'usage des logarithmes; voici la marche des opérations.

Soit h la hauteur barométrique de la station inférieure exprimée en millimètres; h' celle de la station supérieure; T et T′ les températures centigrades des baromètres; t et t' celles de l'air.

On cherche dans la *première table* le nombre qui correspond à h: appelons-le a; on cherche de même celui qui correspond à h', désignons-le par la lettre b; appelons c le nombre généralement très petit qui, dans la *deuxième table*, est en face de T—T′; la hauteur approchée sera $a-b-c$. (Si T—T′ était négatif, il faudrait écrire $a-b+c$.) Pour appliquer à cette hauteur approchée la correction dépendante de la température des couches d'air, il suffira de multiplier la *millième partie* de cette hauteur par la double somme $2(t+t')$ des thermomètres libres; la correction sera positive ou négative suivant que $t+t'$ sera lui-même positif ou négatif.

La seconde et dernière correction, celle de la latitude et de la diminution de la pesanteur, s'obtiendra

en prenant, dans la troisième table, le nombre qui correspond verticalement à la latitude et horizontalement à la hauteur approchée; cette correction, qui ne peut jamais surpasser 28 mètres, est toujours additive.

Dans les cas très rares où la station inférieure serait elle-même très élevée au-dessus du niveau de la mer, il faudrait appliquer au résultat une petite correction dont on trouverait la valeur à l'aide de la table quatrième.

Type du calcul.

Hauteur de Guanaxuato, observée par M. de Humboldt. Latitude = 21°. A la station supérieure, hauteur du baromètre $600^{mm},95 = h'$; therm. du barom. $+ 21^{o},3 = T'$; therm. libre $+ 21^{o},3 = t'$. Au bord de la mer, hauteur du barom. $763^{mm},15 = h$; thermom. du barom. $+ 25^{o},3 = T$; therm. libre $+ 25^{o},3 = t$.

Table Ire {	donne pour $763^{mm},15$....	$6183^{m},5$.. a
	pour 600 ,95....	4280 ,7.. b
Table II	donne pour $T - T' = 4^{o}$..	5 ,9.. c
$a - b - c$, ou hauteur approchée.....		1896 ,9
1re correction $= \frac{1897}{1000} \times 2\,(t + t')$...		+ 176 ,8
Somme.....		2073 ,7
2e corr. table III donne pour 2073 et 21°		+ 10 ,6
Hauteur.....		$= 2084^{m},3$

TABLE I.

Argument h' et h'.

Millimèt.	Mètres.	Différence.	Millimèt.	Mètres.	Différence.
	m.			*m.*	
370	418,5	21,5	405	1138,3	19,6
371	440,0	21,5	406	1157,9	19,6
372	461,5	21,4	407	1177,5	19,6
373	482,9	21,3	408	1197,1	19,5
374	504,2	21,2	409	1216,6	19,4
375	525,4	21,2	410	1236,0	19,4
376	546,6	21,2	411	1255,4	19,4
377	567,8	21,1	412	1274,8	19,3
378	588,9	21,0	413	1294,1	19,2
379	609,9	21,0	414	1313,3	19,2
380	630,9	20,9	415	1332,5	19,2
381	651,8	20,9	416	1351,7	19,1
382	672,7	20,8	417	1370,8	19,1
383	693,5	20,8	418	1389,9	19,0
384	714,3	20,7	419	1408,9	19,0
385	735,0	20,6	420	1427,9	18,9
386	755,6	20,6	421	1446,8	18,9
387	776,2	20,6	422	1465,7	18,9
388	796,8	20,5	423	1484,6	18,8
389	817,3	20,5	424	1503,4	18,8
390	837,8	20,4	425	1522,2	18,6
391	858,2	20,3	426	1540,8	18,7
392	878,5	20,3	427	1559,5	18,7
393	898,8	20,2	428	1578,2	18,6
394	919,0	20,2	429	1596,8	18,5
395	939,2	20,1	430	1615,3	18,5
396	959,3	20,1	431	1633,8	18,4
397	979,4	20,1	432	1652,2	18,4
398	999,5	20,0	433	1670,6	18,4
399	1019,5	19,9	434	1689,0	18,3
400	1039,4	19,9	435	1707,3	18,3
401	1059,3	19,8	436	1725,6	18,2
402	1079,1	19,8	437	1743,8	18,3
403	1098,9	19,7	438	1762,1	18,2
404	1118,6		439	1780,3	

Suite de la Table I.

Millimèt.	Mètres.	Différence.	Millimèt.	Mètres.	Différence.
	m.			m.	
440	1798,4	18,1	475	2407,9	16,7
441	1816,5	18,0	476	2424,6	16,7
442	1834,5	18,0	477	2441,3	16,7
443	1852,5	17,9	478	2458,0	16,6
444	1870,4	17,9	479	2474,6	16,7
445	1888,3	17,9	480	2491,3	16,6
446	1906,2	17,8	481	2507,9	16,4
447	1924,0	17,8	482	2524,3	16,5
448	1941,8	17,8	483	2540,8	16,5
449	1959,6	17,7	484	2557,3	16,4
450	1977,3	17,6	485	2573,7	16,5
451	1994,9	17,7	486	2590,2	16,4
452	2012,6	17,6	487	2606,6	16,3
453	2030,2	17,6	488	2622,9	16,3
454	2047,8	17,5	489	2639,2	16,2
455	2065,3	17,5	490	2655,4	16,2
456	2082,8	17,4	491	2671,6	16,3
457	2100,2	17,4	492	2687,9	16,2
458	2117,6	17,4	493	2704,1	16,1
459	2135,0	17,3	494	2720,2	16,1
460	2152,3	17,3	495	2736,3	16,0
461	2169,6	17,3	496	2752,3	16,0
462	2186,9	17,2	497	2768,3	16,1
463	2204,1	17,2	498	2784,4	16,0
464	2221,3	17,1	499	2800,4	15,9
465	2238,4	17,1	500	2816,3	15,9
466	2255,5	17,1	501	2832,2	15,9
467	2272,6	17,0	502	2848,1	15,9
468	2289,6	17,0	503	2864,0	15,8
469	2306,6	17,0	504	2879,8	15,8
470	2323,6	16,9	505	2895,6	15,7
471	2340,5	16,9	506	2911,3	15,7
472	2357,4	16,8	507	2927,0	15,7
473	2374,2	16,9	508	2942,7	15,7
474	2391,1		509	2958,4	

Suite de la Table I.

Millimèt.	Mètres.	Différence.	Millimèt.	Mètres.	Différence.
	m.			*m.*	
510	2974,0	15,6	545	3502,5	14,7
511	2989,6	15,6	546	3517,2	14,6
512	3005,2	15,5	547	3531,8	14,5
513	3020,7	15,5	548	3546,3	14,5
514	3036,2	15,5	549	3560,8	14,5
515	3051,7	15,5	550	3575,3	14,5
516	3067,2	15,4	551	3589,8	14,4
517	3082,6	15,3	552	3604,2	14,4
518	3097,9	15,4	553	3618,6	14,4
519	3113,3	15,3	554	3633,0	14,4
520	3128,6	15,3	555	3647,4	14,3
521	3143,9	15,3	556	3661,7	14,3
522	3159,2	15,2	557	3676,0	14,3
523	3174,4	15,3	558	3690,3	14,3
524	3189,7	15,2	559	3704,6	14,2
525	3204,9	15,1	560	3718,8	14,2
526	3220,0	15,1	561	3733,0	14,2
527	3235,1	15,1	562	3747,2	14,1
528	3250,2	15,1	563	3761,3	14,1
529	3265,3	15,0	564	3775,4	14,1
530	3280,3	15,0	565	3789,5	14,1
531	3295,3	15,0	566	3803,6	14,1
532	3310,3	15,0	567	3817,7	14,0
533	3325,3	14,9	568	3831,7	14,0
534	3340,2	14,9	569	3845,7	14,0
535	3355,1	14,9	570	3859,7	14,0
536	3370,0	14,8	571	3873,7	13,9
537	3384,8	14,8	572	3887,6	13,9
538	3399,6	14,8	573	3901,5	13,9
539	3414,4	14,8	574	3915,4	13,9
540	3429,2	14,7	575	3929,3	13,8
541	3443,9	14,7	576	3943,1	13,8
542	3458,6	14,7	577	3956,9	13,8
543	3473,3	14,6	578	3970,7	13,8
544	3487,9		579	3984,5	

Suite de la Table I.

Millimèt.	Mètres.	Différence.	Millimèt.	Mètres.	Différence.
	m.			m.	
580	3998,2	13,7	615	4464,8	12,9
581	4011,9	13,7	616	4477,7	13,0
582	4025,6	13,7	617	4490,7	12,9
583	4039,3	13,6	618	4503,6	12,8
584	4052,9	13,7	619	4516,4	12,9
585	4066,6	13,6	620	4529,3	12,8
586	4080,2	13,6	621	4542,1	12,8
587	4093,8	13,5	622	4554,9	12,8
588	4107,3	13,5	623	4567,7	12,8
589	4120,8	13,5	624	4580,5	12,7
590	4134,3	13,5	625	4593,2	12,8
591	4147,8	13,5	626	4606,0	12,7
592	4161,3	13,4	627	4618,7	12,7
593	4174,7	13,4	628	4631,4	12,6
594	4188,1	13,4	629	4644,0	12,7
595	4201,5	13,4	630	4656,7	12,6
596	4214,9	13,3	631	4669,3	12,7
597	4228,2	13,4	632	4682,0	12,5
598	4241,6	13,3	633	4694,5	12,6
599	4254,9	13,3	634	4707,1	12,6
600	4268,2	13,2	635	4719,7	12,5
601	4281,4	13,3	636	4732,2	12,5
602	4294,7	13,2	637	4744,7	12,5
603	4307,9	13,2	638	4757,2	12,5
604	4321,1	13,2	639	4769,7	12,4
605	4334,3	13,1	640	4782,1	12,5
606	4347,4	13,1	641	4794,6	12,4
607	4360,5	13,2	642	4807,0	12,4
608	4373,7	13,0	643	4819,4	12,3
609	4386,7	13,1	644	4831,7	12,4
610	4399,8	13,0	645	4844,1	12,3
611	4412,8	13,1	646	4856,4	12,3
612	4425,9	13,0	647	4868,7	12,3
613	4438,9	13,0	648	4881,0	12,3
614	4451,9		649	4893,3	

Suite de la Table I.

Millimèt.	Mètres.	Différence.	Millimèt.	Mètres.	Différence.
	m.			*m.*	
650	4905,6	12,2	685	5323,2	11,6
651	4917,8	12,2	686	5334,8	11,6
652	4930,0	12,2	687	5346,4	11,6
653	4942,2	12,2	688	5358,0	11,6
654	4954,4	12,2	689	5369,6	11,5
655	4966,6	12,1	690	5381,1	11,6
656	4978,7	12,2	691	5392,7	11,5
657	4990,9	12,1	692	5404,2	11,5
658	5003,0	12,1	693	5415,7	11,5
659	5015,1	12,1	694	5427,2	11,5
660	5027,2	12,0	695	5438,7	11,4
661	5039,2	12,0	696	5450,1	11,4
662	5051,2	12,1	697	5461,5	11,4
663	5063,3	12,0	698	5472,9	11,4
664	5075,3	11,9	699	5484,3	11,4
665	5087,2	12,0	700	5495,7	11,4
666	5099,2	12,0	701	5507,1	11,3
667	5111,2	11,9	702	5518,4	11,4
668	5123,1	11,9	703	5529,8	11,3
669	5135,0	11,9	704	5541,1	11,3
670	5146,9	11,9	705	5552,4	11,3
671	5158,8	11,8	706	5563,7	11,3
672	5170,6	11,9	707	5575,0	11,2
673	5182,5	11,8	708	5586,2	11,3
674	5194,3	11,8	709	5597,5	11,2
675	5206,1	11,8	710	5608,7	11,2
676	5217,9	11,8	711	5619,9	11,2
677	5229,7	11,7	712	5631,1	11,1
678	5241,4	11,8	713	5642,2	11,2
679	5253,2	11,7	714	5653,4	11,2
680	5264,9	11,7	715	5664,6	11,1
681	5276,6	11,7	716	5675,7	11,1
682	5288,3	11,7	717	5686,8	11,1
683	5300,0	11,6	718	5697,9	11,1
684	5311,6		719	5709,0	

Suite de la Table I.

Millimèt.	Mètres.	Différence.	Millimèt.	Mètres.	Différence.
	m.		755	6098,0	10,6
720	5720,1	11,0	756	6108,6	10,5
721	5731,1	11,0	757	6119,1	10,5
722	5742,1	11,0	758	6129,6	10,5
723	5753,1	11,1	759	6140,1	10,5
724	5764,2	11,9	760	6150,6	10,5
725	5775,1	11,0	761	6161,1	10,4
726	5786,1	10,0	762	6171,5	10,5
727	5797,1	10,9	763	6182,0	10,4
728	5808,0	10,0	764	6192,4	10,4
729	5819,0	10,9	765	6202,8	10,4
730	5829,9	10,9	766	6213,2	10,4
731	5840,8	10,9	767	6223,6	10,4
732	5851,7	10,8	768	6234,0	10,4
733	5862,5	10,9	769	6244,4	10,3
734	5873,4	10,8	770	6254,7	10,3
735	5884,2	10,9	771	6265,0	10,4
736	5895,1	10,8	772	6275,4	10,3
737	5905,9	10,8	773	6285,7	10,3
738	5916,7	10,8	774	6296,0	10,2
739	5927,5	10,7	775	6306,2	10,3
740	5938,2	10,8	776	6316,5	10,2
741	5949,0	10,7	777	6326,7	10,3
742	5959,7	10,7	778	6337,0	10,2
743	5970,4	10,8	779	6347,2	10,2
744	5981,2	10,7	780	6357,4	10,2
745	5991,9	10,6	781	6367,6	10,2
746	6002,5	10,7	782	6377,8	10,2
747	6013,2	10,6	783	6388,0	10,2
748	6023,8	10,6	784	6398,2	10,1
749	6034,4	10,7	785	6408,3	10,2
750	6045,1	10,6	786	6418,5	10,1
751	6055,7	10,6	787	6428,6	10,1
752	6066,3	10,6	788	6438,7	10,1
753	6076,9	10,6	789	6448,8	10,1
754	6087,5		790	6458,9	

TABLE II.

Argum. T — T′. Thermom. centigrade du baromètre.

o.	m.	o.	m.	o.	m.	o.	m.
0,2	0,3	5,2	7,6	10,2	15,0	15,2	22,4
0,4	0,6	5,4	7,9	10,4	15,3	15,4	22,7
0,6	0,9	5,6	8,2	10,6	15,6	15,6	22,9
0,8	1,2	5,8	8,5	10,8	15,9	15,8	23,2
1,0	1,5	6,0	8,8	11,0	16,2	16,0	23,5
1,2	1,8	6,2	9,1	11,2	16,5	16,2	23,8
1,4	2,1	6,4	9,4	11,4	16,8	16,4	24,1
1,6	2,3	6,6	9,7	11,6	17,1	16,6	24,4
1,8	2,6	6,8	10,0	11,8	17,4	16,8	24,7
2,0	2,9	7,0	10,3	12,0	17,6	17,0	25,0
2,2	3,2	7,2	10,6	12,2	17,9	17,2	25,3
2,4	3,5	7,4	10,9	12,4	18,2	17,4	25,6
2,6	3,8	7,6	11,2	12,6	18,5	17,6	25,9
2,8	4,1	7,8	11,5	12,8	18,8	17,8	26,2
3,0	4,4	8,0	11,8	13,0	19,1	18,0	26,5
3,2	4,7	8,2	12,1	13,2	19,4	18,2	26,8
3,4	5,0	8,4	12,4	13,4	19,7	18,4	27,1
3,6	5,3	8,6	12,6	13,6	20,0	18,6	27,4
3,8	5,6	8,8	12,9	13,8	20,3	18,8	27,7
4,0	5,9	9,0	13,2	14,0	20,6	19,0	28,0
4,2	6,2	9,2	13,5	14,2	20,9	19,2	28,2
4,4	6,5	9,4	13,8	14,4	21,2	19,4	28,5
4,6	6,8	9,6	14,1	14,6	21,5	19,6	28,8
4,8	7,1	9,8	14,4	14,8	21,8	19,8	29,1
5,0	7,4	10,0	14,7	15,0	22,1		

Pour avoir la correction due à la température de l'air, multipliez la millième partie de la différence des nombres correspondants à h' et h par la double somme des thermomètres centigrades libres. Cette correction a le même signe que la somme de ces thermomètres.

On prend la somme ou la différence des nombres correspondants à h' et T — T′, selon que T — T′ est positif ou négatif.

TABLE III.

Argument. Latitude sexagésimale du lieu (correction toujours additive).

HAUTEUR approchée.	0°	5°	10°	15°	20°	25°
	m.	m	m.	m.	m.	m.
200	1,2	1,2	1,2	1,0	1,0	1,0
400	2,4	2,4	2,4	2,2	2,0	2,0
600	3,4	3,4	3,4	3,2	3,0	2,8
800	4,5	4,5	4,5	4,3	4,1	3,8
1000	5,7	5,7	5,7	5,3	5,1	4,8
1200	7,0	7,0	6,8	6,4	6,0	5,8
1400	8,2	8,2	8,0	7,6	7,1	6,7
1600	9,2	9,2	9,0	8,8	8,2	7,6
1800	10,4	10,4	10,2	9,8	9,4	8,6
2000	11,6	11,5	11,3	11,0	10,4	9,6
2200	12,8	12,6	12,6	12,1	11,4	10,6
2400	14,0	14,0	13,8	13,3	12,5	11,6
2600	15,2	15,2	15,0	14,4	13,6	12,6
2800	16,6	16,5	16,4	15,6	14,8	13,6
3000	17,9	17,7	17,6	16,8	15,8	14,6
3200	19,1	18,9	18,7	18,0	17,0	15,7
3400	20,5	20,3	20,1	19,3	18,4	16,9
3600	21,8	21,7	21,4	20,4	19,6	18,0
3800	23,1	22,9	22,6	21,6	20,6	19,1
4000	24,6	24,4	24,0	22,9	21,9	20,3
4200	25,9	25,7	25,3	24,3	23,0	21,6
4400	27,5	27,3	26,8	25,8	24,3	23,0
4600	28,9	28,7	28,2	27,1	25,6	24,3
4800	30,4	30,2	29,6	28,4	27,0	25,5
5000	31,8	31,6	30,9	29,8	28,4	26,7
5200	33,0	32,8	32,1	31,0	29,7	28,0
5400	34,3	34,1	33,5	32,4	30,8	29,2
5600	35,7	35,5	34,8	33,7	32,1	30,2
5800	37,1	36,9	36,1	35,0	33,2	31,3
6000	38,5	38,3	37,5	36,3	34,3	32,3

Suite de la Table III.

HAUTEUR approchée.	30°	35°	40°	45°	50°	55°
	m.	m.	m.	m.	m.	m.
200	0,8	0,8	0,6	0,6	0,6	0,4
400	1,8	1,7	1,4	1,2	1,0	0,8
600	2,6	2,4	2,0	1,8	1,6	1,2
800	3,5	3,1	2,8	2,4	2,0	1,7
1000	4,3	3,8	3,4	3,1	2,6	2,2
1200	5,1	4,6	4,2	3,6	3,1	2,6
1400	6,1	5,4	4,8	4,2	3,6	3,0
1600	7,0	6,2	5,6	4,8	4,1	3,4
1800	8,0	7,0	6,3	5,4	4,6	3,8
2000	8,8	7,8	7,0	6,0	5,1	4,2
2200	9,7	8,6	7,6	6,6	5,6	4,6
2400	10,6	9,4	8,4	7,2	6,1	5,1
2600	11,6	10,5	9,2	8,0	6,8	5,6
2800	12,6	11,4	10,0	8,8	7,4	6,2
3000	13,6	12,2	10,8	9,4	8,0	6,6
3200	14,6	13,1	11,5	10,1	8,6	7,0
3400	15,7	14,1	12,4	10,9	9,2	7,7
3600	16,7	15,0	13,4	11,6	9,8	8,2
3800	17,7	15,9	14,3	12,4	10,5	8,7
4000	18,7	17,0	15,1	13,1	11,2	9,4
4200	19,9	18,0	15,9	14,0	12,0	10,1
4400	21,1	19,1	16,9	15,0	12,9	10,8
4600	22,3	20,3	18,0	15,9	13,6	11,5
4800	23,4	21,3	19,0	16,7	14,3	12,1
5000	24,6	22,3	19,9	17,4	15,0	12,7
5200	25,7	23,3	20,8	18,2	15,7	13,3
1400	26,7	24,3	21,7	19,1	16,4	13,9
5600	27,8	25,3	22,6	19,9	17,2	14,5
5800	28,9	26,3	23,6	20,7	17,8	15,1
6000	30,0	27,3	24,6	21,5	18,5	15,7

TABLE IV.

Correction pour 1000^m de hauteur.

h	Mètres.	*h*	Mètres.
400	1,71	600	0,63
450	1,39	650	0,42
500	1,11	700	0,22
550	0,86	750	0,03

Soit, par exemple, à la stat. infér., h=600 millim.; la différ. de niveau = 1500^m : vous aurez

$$1000 : 0,63 = 1500 : 0^m,95,$$

et la différence de niveau corrigée = 1500^m,9. Cette correction est toujours additive.

TABLE

Des principaux élémens du système solaire.

NOMS des PLANÈTES.	DURÉES de leurs révolutions sidérales.	DISTANCES moyennes AU SOLEIL.
Mercure.....	87j,969	0,387
Vénus.....	224,701	0,723
La Terre.....	365,256	1,000
Mars.....	686,980	1,524
Vesta.....	1335,205	2,373
Junon.....	1590,998	2,667
Cérès.....	1681,539	2,767
Pallas.....	1681,709	2,768
Jupiter.....	4332,596	5,203
Saturne.....	10758,970	9,539
Uranus.....	30688,713	19,183

	DIAMÈTRES planétaires, celui de la Terre étant 1.	VOLUMES, celui de la Terre étant 1.	DURÉES des rotations des Planètes.	TABLEAU des masses des Planètes, celle du Soleil étant 1.
Le Soleil..	109,93	1326480	25j,500	1
Mercure..	0,39	0,1	1,000	$\frac{1}{2025810}$
Vénus....	0,97	0,9	0,973	$\frac{1}{401847}$
La Terre..	1,00	1,0	0,997	$\frac{1}{354936}$
Mars.....	0,56	0,2	1,027	$\frac{1}{2680337}$
Jupiter...	11,56	1470,2	0,414	$\frac{1}{1050,5}$
Saturne...	9,61	887,3	0,428	$\frac{1}{3512}$
Uranus..	4,26	77,5	.....	$\frac{1}{17918}$
La Lune..	0,27	$\frac{1}{49}$	27,322	$\frac{1}{23090000}$

SATELLITES DE JUPITER.

	DISTANCES MOYENNES, le demi-diamètre de la planète étant 1.	DURÉES des révolutions.	MASSES des satellites, celle de la planète étant l'unité.
1er Satellite..	6,0485	1j7691	0,000017
2me Satellite..	9,6235	3,5512	0,000023
3me Satellite..	15,3502	7,1546	0,000088
4me Satellite..	26,9983	16,6888	0,000043

SATELLITES DE SATURNE.

	DISTANCES MOYENNES, le demi-diamètre de la planète étant 1.	DURÉES des révolutions.
1er Satellite.....	3,35	0j943
2me Satellite.....	4,30	1,370
3me Satellite.....	5,28	1,888
4me Satellite.....	6,82	2,739
5me Satellite.....	9,52	4,517
6me Satellite.....	22,08	15,945
7me Satellite.....	64,36	79,330

SATELLITES D'URANUS.

(Le 2e et le 4e ont été seuls revus.)

	DISTANCES MOYENNES, le demi-diamètre de la planète étant 1.	DURÉES des révolutions.
1er Satellite.....	13,12	5j893
2me Satellite.....	17,02	8,707
3me Satellite.....	19,85	10,961
4me Satellite.....	22,75	13,456
5me Satellite.....	45,51	38,075
6me Satellite.....	91,01	107,694

TABLE *de corrections pour calculer les levers et*
entre 43 et 51 degrés de latitude

ÉPOQUES.		43°.	44°.	45°.	46°.	47°.
Janvier.	1	—22′	—19′	—15′	—12′	— 8′
	11	21	18	14	11	7
	21	18	16	13	10	6
	31	15	13	10	8	5
Février.	10	12	10	8	6	4
	20	9	8	6	5	3
Mars.	2	6	5	4	3	2
	12	— 2	— 2	— 2	— 1	— 1
	22	+ 1	+ 1	0	0	0
Avril.	1	4	3	+ 2	+ 2	+ 1
	11	7	6	5	4	2
	21	11	9	7	6	4
Mai.	1	14	12	9	7	5
	11	17	14	11	9	6
	21	20	16	13	10	7
	31	22	18	15	11	8
Juin.	10	23	20	16	12	8
	20	24	20	17	13	8
	30	23	20	16	12	8
Juillet.	10	22	19	15	11	8
	20	21	18	14	10	7
	30	18	15	12	9	6
Août.	9	15	13	10	8	5
	19	12	10	8	6	4
	29	8	7	6	4	3
Septembre.	8	5	5	4	3	2
	18	+ 2	+ 2	+ 1	+ 1	+ 1
	28	— 1	— 1	— 1	— 1	0
Octobre.	8	5	4	3	3	— 2
	18	8	7	6	4	3
	28	11	9	8	6	4
Novembre.	7	14	12	10	7	5
	17	17	15	12	9	6
	27	20	17	14	10	7
Décembre.	7	22	19	15	11	8
	17	23	20	16	12	8
	27	23	20	16	13	8

les couchers du Soleil, dans les lieux compris boréale; par M. E. BOUVARD.

ÉPOQUES.		48°.	49°.	50°.	51°.
Janvier.	1	− 4′	+ 1′	+ 5′	+10′
	11	3	+ 1	5	9
	21	3	0	4	8
	31	2	0	3	6
Février.	10	2	0	3	5
	20	2	0	2	4
Mars.	2	− 1	0	+ 1	2
	12	0	0	0	+ 1
	22	0	0	0	− 1
Avril.	1	0	0	− 1	2
	11	+ 1	0	2	3
	21	2	0	3	5
Mai.	1	2	0	3	6
	11	3	0	4	8
	21	3	− 1	5	9
	31	3	1	5	10
Juin.	10	4	1	6	11
	20	4	1	6	12
	30	4	1	6	11
Juillet.	10	3	1	5	10
	20	3	1	5	9
	30	3	− 1	4	8
Août.	9	2	0	3	7
	19	2	0	3	5
	29	1	0	2	4
Septembre.	8	+ 1	0	− 1	2
	18	0	0	0	− 1
	28	0	0	0	0
Octobre.	8	0	0	+ 1	+ 2
	18	− 1	0	2	3
	28	2	0	2	5
Novembre.	7	2	0	3	6
	17	3	0	4	7
	27	3	0	4	8
Décembre.	7	4	0	5	9
	17	4	+ 1	5	10
	27	4	1	5	10

TABLEAU

Contenant les latitudes des Chefs-Lieux des Départements français.

CHEFS-LIEUX.	LATIT.	CHEFS-LIEUX.	LATIT.
Agen	44°12′	Digne	44° 5′
Ajaccio	41.55	Dijon	47.19
Alby	43.56	Draguignan	43.32
Alençon	48.26	Epinal	48.11
Amiens	49.54	Evreux	48 55
Angers	47.28	Foix	42.58
Angoulême	45.39	Gap	44.34
Arras	50.18	Grenoble	45.12
Auch	43.39	Guéret	46.10
Aurillac	44.56	Laon	49.34
Auxerre	47.48	La Rochelle	46. 9
Avignon	43.57	Laval	48. 4
Bar-le-Duc	48.56	Le Mans	48. 0
Beauvais	49.26	Le Puy	45. 3
Besançon	47.14	Lille	50.38
Blois	47.35	Limoges	45.50
Bordeaux	44.50	Lons-le-Saulnier	46.40
Bourbon-Vendée	46.37	Lyon	45.46
Bourg	46.12	Mâcon	46.18
Bourges	47. 5	Marseille	43.18
Caen	49.11	Melun	48.32
Cahors	44.26	Mende	44.31
Carcassonne	43.13	Metz	49. 7
Châlons-sur-Marne	48.57	Mézières	49.46
Chartres	48.27	Montauban	44. 1
Châteauroux	46.49	Montbrison	45.37
Chaumont	48. 6	Mont-de-Marsan	43.55
Clermont-Ferrand	45.47	Montpellier	43.36
Colmar	48. 5	Moulins	46.34

CHEFS-LIEUX.	LATIT.	CHEFS-LIEUX.	LATIT.
Nancy.....	48°42′	Rodez.....	44°21′
Nantes.....	47.13	Rouen.....	49.26
Nevers.....	46.59	Saint-Brieuc.....	48.31
Nîmes.....	43.50	Saint-Lô.....	49. 7
Niort.....	46.20	Strasbourg.....	48.35
Orléans.....	47.54	Tarbes.....	43.14
Paris.....	48.50	Toulouse.....	43.36
Pau.....	43.18	Tours.....	47.24
Périgueux.....	45.11	Troyes.....	48.18
Perpignan.....	42.42	Tulle.....	45.16
Poitiers.....	46.35	Valence.....	44.56
Privas.....	44.43	Vannes.....	47.39
Quimper.....	47.58	Versailles.....	48.48
Rennes.....	48. 7	Vesoul.....	47.38

La première table contient les corrections qu'il faut appliquer aux heures du lever du Soleil à Paris, pour avoir les heures du lever du Soleil dans les lieux compris entre 43° et 51° de latitude boréale. Le signe +, placé devant une correction, indique qu'elle doit être ajoutée au lever du Soleil à Paris; le signe — indique que la correction doit être retranchée de l'heure du lever du Soleil à Paris.

Les corrections des heures du *coucher* sont égales à celles du lever, mais de signe contraire, c'est-à-dire que, si les premières doivent être *retranchées*, les secondes doivent être *ajoutées*, et réciproquement.

La table n'est calculée que de dix en dix jours : pour les époques intermédiaires, on fera une partie proportionnelle.

Nous allons donner deux exemples qui montreront mieux l'usage des tables précédentes.

1er EXEMPLE. A quelle heure le Soleil se lève-t-il et se couche-t-il le 31 janvier 1838 à Perpignan.

La latitude de Perpignan est de 42° 42′, ou en nombre rond 43° ; on prendra les corrections dans la colonne qui se rapporte à 43°. On ira chercher dans le calendrier l'heure du lever et du coucher du Soleil à Paris, pour le 31 janvier, et l'on trouvera :

Lever du Soleil à Paris.....	7^h 35′
Correction.....	— 15
Lever du Soleil à Perpignan...	7. 20
Coucher du Soleil à Paris.....	4^h 54′
Correction.....	+ 15
Coucher du Soleil à Perpignan.	5. 9

2e EXEMPLE. A quelle heure le Soleil se lève-t-il et se couche-t-il le 5 mai 1838 à Lille?

La seconde table donne pour la latitude de Lille 50° 38′, ou 51° en nombre rond. C'est donc dans la colonne de 51° qu'on ira chercher les corrections. On remarquera ici qu'il n'y en a pas d'indiquées pour le 5 mai. Il faut alors faire une partie proportionnelle entre la correction du 1er mai et celle du 11. Voici comment : la différence entre ces deux quantités est de 2′ pour dix jours; elle sera donc de 0′,2 pour un jour. En multipliant cette dernière quantité par le nombre de jours qui se sont écoulés depuis le 1er mai jusqu'au 5, c'est-à-dire par 4, on aura 0′,8, ou 1′ en nombre rond. Cette minute, ajoutée à la correction indiquée pour le 1er mai, donnera 7′ pour la correction correspondante au 5 mai.

On aura enfin, pour l'exemple proposé :

Lever du Soleil à Paris.....	4^h 36′
Correction.....	— 7
Lever du Soleil à Lille.....	4. 29
Coucher du Soleil à Paris.....	7^h 18′
Correction.....	+ 7
Coucher du Soleil à Lille.....	7. 25

NOTICES SCIENTIFIQUES;

PAR M. ARAGO.

SUR LE TONNERRE.

J'ai été souvent consulté, au sujet des paratonnerres, par des architectes chargés de la conservation des monuments publics; par des officiers du corps auquel revient, de droit, la construction des magasins à poudre; par des commandants des navires de l'état et du commerce; par un grand nombre de citoyens de toutes les classes de la société. Il me sera donc permis d'affirmer qu'en général les physiciens de profession ont seuls une idée exacte des propriétés préservatrices de ces appareils. Si l'on demande, si l'on établit des paratonnerres, c'est par une pure déférence pour les décisions des Académies. Chacun veut mettre ainsi sa responsabilité à couvert sous l'égide de la science; mais une conviction entière de l'efficacité de la méthode, vous ne la trouverez nulle part. Les uns ne vont pas au-delà du doute: ils attendent, pour se prononcer, qu'au lieu de simples analogies on leur présente de véritables *démonstrations*. D'autres, comparant l'immensité du dommage possible à l'exiguité

du préservatif, déclarent qu'il répugne à leur raison d'accorder qu'une mesquine tige métallique, puisse mettre un grand édifice, un grand navire, à l'abri des atteintes du plus imposant des météores. Suivant eux, ces tiges élevées dans les airs et qualifiées d'une manière si ambitieuse, sont absolument sans effet; elles ne font ni bien ni mal. Il en est qui s'abandonnant à un ordre d'idées tout opposé, attribuent aux barres métalliques une forte action; mais ils croient cette action nuisible. Armer le faîte d'un édifice de tiges de métal élevées, c'est, disent-ils, y appeler la foudre de propos délibéré; c'est créer un danger qui sans cela n'eût pas existé; c'est faire descendre sur soi des feux dont les nuées orageuses auraient été se décharger au loin; c'est accroître considérablement les risques que courraient les habitations voisines. *Le grand Frédéric* prenait rang lui-même parmi les adversaires de l'invention de *Franklin*, le jour où, cédant à l'opinion publique et à celle de l'Académie de Berlin, il permettait de placer des paratonnerres sur ses casernes, sur ses arsenaux, sur ses magasins à poudre, et défendait en même temps, dans les termes les plus formels, d'en ériger au château de *Sans-Souci*.

Les doutes, les difficultés que je viens d'indiquer, ont poussé dans les esprits de profondes racines. En réfléchissant au moyen de les extirper et d'augmenter le nombre des partisans éclairés des paratonnerres, il me parut, tout d'abord, qu'il conviendrait de sépa-

rer totalement l'observation de la théorie; que la marche la plus sûre, la plus rationnelle, serait d'analyser les effets bien constatés de la foudre; d'essayer d'en déduire des conséquences générales, sans rien emprunter, par voie d'analogie, aux expériences électriques des physiciens. Je crus, en un mot, qu'il faudrait se faire l'*historien* exact, minutieux du météore, sauf à chercher ensuite au milieu des petits phénomènes qui nous environnent ou que nous avons su faire naître dans nos cabinets, dans nos laboratoires, des points de contact et des rapprochements plus ou moins féconds. Tel était le plan que je me traçais lorsque j'annonçais, l'an dernier, la publication d'une Notice sur le tonnerre (*). J'imaginais, alors, en trouver tous les éléments dans les traités de physique modernes; ne m'engager qu'à un travail de peu d'étendue, ne m'imposer que l'obligation de réunir des faits constants, bien circonscrits, bien caractérisés et de les coordonner suivant l'ordre méthodique et particulier commandé par le but de cette Notice. Loin de là, j'ai été obligé de recourir aux sources originales;

(*) La Notice sur le tonnerre devait paraître dans une *seconde édition* de l'Annuaire de 1837, dont le Bureau des Longitudes avait autorisé la publication; mais la simple annonce de cette édition, *donna lieu*, dans certains journaux, à de si étranges commentaires, à des plaintes si inattendues, à des suppositions si outrageantes, que je dus renoncer à réaliser mon projet.

de parcourir plusieurs centaines de volumes du Recueil de l'Académie des Sciences, des Transactions philosophiques de Londres, de la Collection de Berlin, du Journal de Physique, etc., etc.; de faire le dépouillement d'une multitude d'ouvrages, de relations de Voyages anciens et modernes, de Mémoires écrits, la plupart, sans méthode, sans netteté, sans but; de lire, enfin, tout ce qui s'offrait à moi, avec l'espoir, lequel souvent ne se réalisait pas, de découvrir au milieu de mille détails oiseux, un fait, une remarque, un simple chiffre utiles à la science.

Quelques personnes, je le sais, ont vu une énormité dans la seule pensée que j'avais eue de prendre la foudre pour sujet d'une de ces notices. Suivant elles, la matière avait été totalement épuisée par *Franklin*, par un grand nombre de physiciens ses successeurs et ses émules, et, surtout, par les commissions académiques, justement célèbres, qui à diverses époques, à Londres comme à Paris, furent officiellement appelées à éclairer l'autorité sur le placement des paratonnerres. Bien loin de me rallier à cette opinion, les laborieuses recherches auxquelles je me suis livré, m'en ont éloigné chaque jour davantage. La question était si peu épuisée, qu'après tant de soins, la seule prétention qui me soit permise, c'est d'avoir esquissé une sorte de canevas de l'*histoire de la foudre*, où viendront successivement se ranger, à leurs places naturelles, les faits dont la météorologie s'enrichira encore

Malgré tant d'observations oubliées ou inaperçues qu'il m'a été donné de remettre en lumière et de grouper dans un ordre systématique, c'est surtout par les lacunes qui se sont offertes à moi et dont je n'ai pas cru devoir faire mystère, que cette *Notice* pourra être utile. Puisse-t-elle engager les voyageurs, les météorologistes à considérer encore le redoutable météore de la foudre comme un riche sujet d'études ! Si ce vœu était entendu, je serais amplement dédommagé de la peine que je me suis donnée.

DÉFINITIONS.

Pour me conformer à l'usage, je commencerai cette Notice en disant ce que signifient les mots *foudre* et *tonnerre*. Mais ne fait pas qui veut de bonnes définitions. Je m'empare donc des *définitions légales*, de celles que l'Académie Française a consignées dans son nouveau Dictionnaire :

« Foudre. Le feu du ciel, la matière électrique » lorsqu'elle s'échappe de la nue en produisant une » vive lumière et une violente détonation. »

« Tonnerre. Bruit éclatant causé par l'explosion » des nuées électriques. »

Ce n'est pas qu'en y regardant de très près, des esprits difficiles ne pussent trouver quelque chose à reprendre dans ce peu de lignes. En poussant les scrupules à l'extrême, ils auraient le droit de se demander si le mot savant, si le mot technique, si le mot

moderne d'*électricité*, est bien placé dans la définition d'un phénomène aussi ancien que le monde, et qui avait donné lieu à tant d'événements funestes, avant que la physique fût saisie des premiers linéaments de la science *électrique*. Ce n'est pas qu'on ne pût aussi critiquer ce qu'il y a de problématique, de théorique dans les deux définitions; par exemple, les mots : *explosion des nuées*, car ils ne se rattachent, en aucune manière, aux huit ou dix hypothèses à l'aide desquelles on a tenté d'expliquer le roulement du tonnerre; mais que résulterait-il de ces réflexions? la conséquence, peut-être, que dans le cas actuel les honorables auteurs du Dictionnaire ont été moins heureux, moins bien inspirés que d'habitude? Eh bien! il resterait à prouver qu'on pouvait faire mieux. Disons, si l'on veut : la foudre est un phénomène, ou un météore qui se manifeste, quand le ciel est couvert de certains nuages, d'abord *par un jet subit de lumière* et, quelque temps après, *par un bruit plus ou moins prolongé*. Cette définition échapperait à la plupart des critiques précédentes, puisqu'elle ne renferme rien d'hypothétique, rien d'emprunté aux expériences modernes des physiciens, rien qui ne soit le résultat d'une observation immédiate; en y songeant bien, on trouverait, peut-être, d'autres difficultés. Au surplus, ce qui nous importe particulièrement ici, c'est de remarquer que *tonnerre*, dont la signification directe est *bruit*, *éclat*, *roulement*, se prend si souvent pour *foudre*, comme dans les

locutions : *le tonnerre est tombé, frappé du tonnerre, feu du tonnerre*, etc., qu'on est arrivé à employer les deux expressions indistinctement, même dans des cas où il peut en résulter des méprises ou, du moins, un manque de netteté. Les bons écrivains ne font pas cette faute, témoin la phrase, si souvent citée, d'un de nos plus grands prosateurs : « Le » ciel a plus de tonnerres pour épouvanter, qu'il » n'a de foudres pour punir. »

§ (A).

Caractères extérieurs des nuages orageux.

Dans le langage vulgaire, les nuages sont, une sorte de symbole de la mobilité et du vague dans les formes. *Changeant comme les nuages* est une expression proverbiale et, cependant, nous allons rechercher avec les météorologistes, si les nuages au sein desquels la foudre naît et s'élabore ; où elle se manifeste par d'éblouissants jets de lumière et des détonnations plus fortes que celles de l'artillerie, ne se distingueraient pas des nuages ordinaires, par quelques traits particuliers, constants et faciles à saisir.

Au nombre de ces traits distinctifs, je citerai, en première ligne, une sorte de fermentation à laquelle les nuages orageux paraissent seuls sujets. Un physicien anglais, M. *Forster*, compare cette fer-

mentation, au mouvement qu'on remarque à la surface d'un fromage rempli de vers !

Lorsque par un temps calme, on voit s'élever assez rapidement de quelque point de l'horizon, des nuages très denses, semblables à des masses de coton amoncelées, c'est-à-dire, terminés par un grand nombre de contours curvilignes brusquement et nettement arrêtés comme le sont les sommités des montagnes domiques couvertes de neige ; lorsque ces nuages se gonflent, en quelque sorte ; lorsqu'ils diminuent de nombre et augmentent de grandeur ; lorsque, malgré tous ces changements de forme, ils restent invariablement attachés à leur première base ; lorsque ces contours d'abord si nombreux et si distincts, se fondent peu à peu les uns dans les autres, de manière à ne plus laisser bientôt à l'ensemble que l'aspect d'un nuage unique, on peut, suivant *Beccaria*, annoncer avec certitude qu'un orage s'approche.

A ces premiers phénomènes succède, toujours à l'horizon, l'apparition d'un gros nuage très sombre par l'intermédiaire duquel les premiers paraissent toucher à la terre. Sa teinte obscure se communique, de proche en proche, aux nuages élevés, et il est digne de remarque que ce soit alors que leur surface générale, celle du moins qu'on aperçoit de la plaine, devienne de plus en plus unie. Des parties les plus hautes de cette masse unique et compacte, partent, sous la forme de longs *rameaux*, les nuages qui, sans s'en détacher, vont graduellement couvrir tout le ciel.

Au moment où *les rameaux* commencent à se former, l'atmosphère est ordinairement parsemée de petits nuages blancs bien distincts, bien circonscrits, que le célèbre physicien de Turin appelle *Ascitizi,* c'est-à-dire, nuages additionnels ou subordonnés. Les mouvements des *Ascitizi* sont brusques, incertains, irréguliers. Ces nuages paraissent être sous l'influence attractive de la grande masse. Aussi, vont-ils, l'un après l'autre, se réunir à elle. Les ascitizi avaient déjà été remarqués par *Virgile,* qui les comparait à des flocons de laine. Les taches blanches qui, çà et là, interrompent la teinte uniformément obscure d'un gros nuage orageux, étaient originairement des ascitizi.

Après qu'en s'étendant, le grand nuage obscur et orageux a dépassé le zénith; lorsqu'il couvre la majeure partie du ciel, l'observateur voit, au-dessous, beaucoup de petits ascitizi, sans qu'il puisse trop décider ni d'où ils viennent, ni comment ils se sont formés. Ces ascitizi paraissent déchirés, morcelés: on dirait des lambeaux de nuages. Ils poussent çà et là de longs bras. Leur marche est vive, irrégulière, incertaine, mais toujours, cependant, horizontale. Lorsque, dans leurs mouvements opposés, deux de ces nuages viennent à se rapprocher, ils paraissent, vraiment, étendre l'un vers l'autre leurs bras irréguliers. Après s'être presque touchés, ils se repoussent évidemment, et les bras dont nous venons de faire mention se reploient par un mouvement contraire à celui qui s'était d'abord manifesté.

Les remarques qu'on vient de lire sont la substance de ce qu'a dit sur la matière, un auteur (*Beccaria*) qui vivait dans une contrée (*Turin*) presque entièrement entourée de hautes montagnes. On saura ce qu'elles renferment de local et de général, quand on pourra les comparer à la description de la naissance, du progrès et de l'entier développement d'un orage dans un pays de plaine (1).

Pour tout ce qu'il avance sur la disparition graduelle des fortes ondulations des nuages orageux, à mesure que ces nuages s'avancent de l'horizon vers le zénith, *Beccaria* n'a pu vouloir parler que de leur surface inférieure, la seule qui fût visible de son Observatoire de *Turin*. Nous ne pourrions rien dire sur l'état de la surface supérieure, s'il ne m'était venu à l'esprit de consulter les officiers d'état-major, anciens élèves de l'École Polytechnique, qui ayant parcouru récemment la chaîne des Pyrénées pour la couvrir de leurs admirables réseaux trigonométriques, avaient dû se trouver fréquemment au-dessus des orages (2).

---

(1) Saint-Lambert, dans son poème des *Saisons*, commence la description d'un orage par ces deux vers :

On voit à l'horizon, *de deux points opposés*,
Des nuages monter dans les airs embrasés.

Le versificateur, en parlant *des deux points opposés* d'où certains nuages s'élèvent au début d'un orage, a-t-il décrit un phénomène local ?

(2) J'adresserai ici mes remercîments particuliers à deux de ces

J'ai appris, par eux, qu'alors même qu'une couche de nuages semble parfaitement unie, parfaitement de niveau sur sa face inférieure, la face opposée n'est qu'un composé de très hautes protubérances et de profondes cavités.

M. Hossard m'a indiqué un signe précurseur des orages, dont aucun météorologiste n'avait fait, je crois, mention avant lui. Cet officier a remarqué que, durant les grandes chaleurs, il se produit tout à coup, sur plusieurs points de la couche des nuages inférieurs, des soulèvements qui se prolongent comme de longues fusées verticales, et à l'aide desquels des régions atmosphériques assez distantes, peuvent se trouver en communication immédiate (1).

---

officiers, pleins de mérite, MM. les capitaines *Peytier* et *Hossard*, qui m'ont remis des notes également remarquables par leur exactitude et par les connaissances de physique qu'elles supposent.

(1) Dans certaines localités, d'après les remarques de M. le capitaine Peytier, les orages qui éclatent sur les montagnes, ont pour *germe*, si cette expression m'est permise, quelques lambeaux de nuages formés sur le bas pays, ou détachés des immenses couches dont les plaines environnantes étaient précédemment converties. Suivant lui, l'observateur placé sur un des pics des Pyrénées, d'où l'on aperçoit le Roussillon ou la Gascogne; sur le *Canigou* ou le *Pic du Midi de Bigorre*, par exemple, voit tous les matins, plusieurs heures après le lever du soleil, se *former* au-dessus de la plaine, des nuages qui souvent s'élèvent avec rapidité, vont se grouper tous, tantôt sur une cime, tantôt sur une autre, et le plus ordinairement y engendrent un orage.

Franklin a été plus loin, en un certain sens, que *Beccaria*. Suivant lui, un gros nuage unique ne saurait être orageux. Quand un observateur, dit-il, se trouve à peu près placé sur le prolongement horizontal d'un gros nuage d'où jaillissent les éclairs et le tonnerre, il aperçoit, sous celui-ci, une série d'autres nuages fort petits et situés les uns au-dessous des autres. Quelquefois les plus bas de ces petits nuages sont peu éloignés de terre.

Ainsi, d'après *Franklin*, deux conditions sont nécessaires pour qu'un nuage soit orageux : il faut que ce nuage soit très étendu; il faut, de plus, que de petits nuages s'interposent entre sa surface inférieure et la terre. Mais est-il bien vrai que des éclairs ne jaillissent jamais d'un petit nuage isolé; que jamais la foudre ne s'en détache? Je prie de remarquer que je pose le problème comme question de fait, et nullement sous le point de vue d'une possibilité théorique. Eh bien! à la question de fait, la plupart des météorologistes, d'accord en cela avec le philosophe américain, ont répondu négativement. Je puis citer, par exemple, le grand nom de *Saussure*. Voici ce que je trouve à ce sujet dans la relation du célèbre *voyage au col* du Géant :

Lorsque la plaine est déjà couverte le matin, il n'y a pas lieu à de nouvelles formations; mais des fragments se détachent, çà et là, des nuages préexistants, les uns de bonne heure, les autres plus tard. L'orage éclate dès que ces fragments se sont réunis en grand nombre autour d'une des cimes de la chaîne.

« Quant aux orages, je n'en ai vu naître dans ces » montagnes que dans le moment de la rencontre ou » du conflit de deux ou de plusieurs nuages. Au col » du Géant, tant que nous ne voyions dans l'air ou » sur la cime du Mont-Blanc, qu'un seul nuage, » quelque dense et quelque obscur qu'il parût, il » n'en sortait point de tonnerre; mais s'il s'en for- » mait deux couches l'une au-dessus de l'autre, ou » s'il en montait des plaines ou des vallées, qui » vinssent atteindre ceux qui occupaient les cimes, » leur rencontre était signalée par des coups de vent, » *des tonnerres*, de la grêle et de la pluie. »

Il est des physiciens, et dans le nombre Saussure occupe certainement un des premiers rangs, dont les observations doivent être admises, presque sans examen, quand il s'agit de *faits positifs*; mais en matière de *faits négatifs*, cette foi aveugle serait une grande faute. On doit comprendre, en effet, que les circonstances rares et fortuites sous lesquelles certains phénomènes naturels se développent, peuvent ne s'être jamais offertes à tel ou tel savant, quelque éminent qu'il soit d'ailleurs; aussi, sans être découragé par l'assertion de Saussure, me suis-je mis à chercher dans de vieux recueils météorologiques qui, certes, sont loin de mériter le dédain avec lequel il est presque de bon ton d'en parler aujourd'hui, si *les petits nuages isolés* ne produisent jamais ni éclairs ni tonnerre. La peine que j'ai prise n'a pas été sans résultat.

Je lis dans un mémoire de l'académicien *Marcorelle*, de *Toulouse*, que le 12 septembre 1747, le ciel étant serein et parfaitement pur, sauf *un petit nuage* qui paraissait, à la vue, exactement rond et de 15 à 16 pouces de diamètre, la foudre, tout-à-coup, gronda, éclata, et tua la femme *Bordenave*, après l'avoir brûlée au sein, sans endommager ses vêtements.

A la date du 30 juillet 1764, je trouve dans les *observations botanico-météorologiques faites à Denainvilliers, près de Pithiviers, par M. Duhamel du Monceau*, la note également sans réplique que je vais transcrire :

« A 5 h. et demie du matin, par un beau soleil, il » a passé un petit *rocher isolé*. De ce nuage, il est » sorti un éclair et un coup de tonnerre qui est tom- » bé sur un orme, très près du château de Denain- » villiers ; il a enlevé une lanière d'écorce de 20 pieds » de hauteur jusqu'à la racine, sur 2, 3 et 4 pouces » de largeur ; il a fait sur le bois une rainure d'un » travers de doigt de largeur et de profondeur, et » dans le fond de cette rainure, on voyait une ligne » comme un fil noir, où le bois paraissait être fendu ; » dans le moment, on a senti dans une ferme voi- » sine, une odeur de soufre qui a beaucoup effrayé. »

Bergman vit, lui-même, « le tonnerre tomber d'un » très petit nuage sur un clocher, le ciel étant d'ail- » leurs parfaitement clair. »

J'espère que les petits nuages seront définitivement rétablis dans leurs droits, quand j'aurai rap-

porté une quatrième observation dont je suis redevable à M. le capitaine *Hossard.*

En 1834, cet officier, descendant la route qui passe au *col de la Faucille*, dans le *Jura,* vit se former un petit chapeau de nuages autour d'un sommet voisin, nommé *le Colombier de Gex*, dont la hauteur au-dessus de la mer est de 1600 mètres. Le nuage existait à peine depuis quelques instants, quand il en partit un fort coup de tonnerre.

Quoique la discussion qu'on vient de lire ne soit certainement pas propre à accroître notre confiance dans les faits négatifs, je dirai, cependant, que suivant *Beccaria*, la foudre ne part jamais des nuées *fumeuses*, c'est-à-dire de ces couches de nuages qui sont si remarquables par l'apparente uniformité de leur composition et par la régularité de leur surface.

Nous terminerons ici ce chapitre. Un jour peu éloigné, peut-être, on aura sur le sujet que j'y ai traité, des données plus nettes, plus précises, plus substantielles. Ce sujet est certainement très digne de l'attention des météorologistes. Ceux qui ne se préoccuperont pas du ridicule qu'on pourrait vouloir déverser sur l'observation assidue d'une chose aussi changeante, aussi variable, aussi mobile que les nuages, recueilleront certainement d'un pareille étude, beaucoup de faits utiles à la science.

§ (B).

La foudre s'élabore et se manifeste, quelquefois, dans des nuages dont la nature semble toute différente de celle des nuages atmosphériques ordinaires.

Pline le Jeune écrivit à *Tacite* deux lettres, devenues célèbres, au sujet de l'éruption du Vésuve qui, en l'an 79 de notre ère, occasiona la mort de son oncle, *Pline le Naturaliste.* Dans la seconde de ces lettres, il parle de « nuées noires et horribles (c'étaient des » nuées de cendres) déchirées par *des feux serpen-* » *tants* (on n'emploierait pas aujourd'hui d'autres pa- » roles pour caractériser certains éclairs des orages » ordinaires); de nuées qui *s'ouvraient* et laissaient » échapper de longs sillons de flammes, semblables à » des éclairs. »

Les ouvrages du *père Della Torre*, fourniraient, au besoin, beaucoup de citations du même genre. Dans la description de l'éruption du Vésuve de l'année 1182, nous trouverions, par exemple, « que *la* » *fumée* excessivement dense (*densissimo*) dura depuis » le 12 jusqu'au 22 août, et que la foudre (*saëtte*) se » montra souvent au milieu de cette fumée.

Bracini, témoin oculaire de l'éruption du Vésuve de l'année 1631, dit que la colonne *de fumée* qui s'éleva du cratère, s'étendit dans l'atmosphère jusqu'à la distance de 40 lieues, et que pendant le trajet de ce nuage d'une espèce particulière, il en sortit sou-

vent des foudres qui tuèrent plusieurs personnes et plusieurs animaux.

Pendant l'éruption du Vésuve de l'année 1707, *Giovanni Valetta*, écrivait de Naples à *Richard Waller* : « Le troisième et le quatrième jour, le volcan a » jeté par son cratère, des éclairs semblables à ceux » qui, dans certaines circonstances, illuminent le » ciel. *Ils étaient tortueux, serpentants*, et après leur » apparition, on entendait les éclats du tonnerre..... » Des éclairs, des tonnerres si fréquents, si intenses » avaient fait croire à une pluie prochaine; mais on » reconnut, enfin, qu'ils naissaient dans un nuage » obscur composé, non de vapeurs ordinaires, mais » seulement de cendres. »

Les paysans établis au pied du Vésuve, disaient à *sir William Hamilton*, à la suite de l'éruption de 1767, qu'ils furent bien plus effrayés des éclairs incessants et des foudres qui tombaient parmi eux, que des laves brûlantes et des autres phénomènes menaçants dont une éruption volcanique est toujours accompagnée.

Durant la terrible éruption de 1779, il sortait du cratère du Vésuve, pêle-mêle avec la lave incandescente, de fréquentes bouffées d'une *fumée aussi noire qu'on puisse l'imaginer* (*as black as can possibly be imagined*). Cette fumée, dit *sir William Hamilton*, paraissait sillonnée par des *éclairs serpentants, à l'instant même* où elle se dégageait du cratère.

L'éruption du *Vésuve* de 1794, si bien décrite par

le même observateur, renferme des indications non moins positives. Le 16 juin, rien d'enflammé ne dépassait le cratère. Il en sortait, seulement, de la fumée noire et des cendres qui formèrent au-dessus de la montagne, un nuage gigantesque. Ce nuage était sillonné par les *éclairs en zig-zag*, si bien connus des météorologistes et que les habitants du pied du *Vésuve* appellent *ferilli*.

Les éclairs volcaniques vus par *Hamilton*, en 1779, ne furent accompagnés d'aucune détonnation sensible. En 1794, au contraire, des décharges comparables à celles des plus violents coups de tonnerre, les suivaient constamment. L'orage formé par la seule influence du volcan, était, sous tous les rapports, pareil aux orages ordinaires. Les foudres qu'il lançait produisaient les accidents accoutumés. On eut particulièrement l'occasion de se convaincre de cette parfaite ressemblance, en examinant l'habitation foudroyée du marquis de *Berio*, à *San-Jorio*. Les cendres dont se composait en très grande partie le nuage volcanique, avaient la finesse du tabac d'Espagne. Ce nuage fut transporté par le vent jusqu'au-dessus de la ville de *Tarente*, dont la distance au Vésuve est d'environ 100 lieues. Là, aussi, la foudre qui s'en détacha produisit de grands dégâts dans une maison.

Je n'ai parlé jusqu'ici que des éruptions du *Vésuve*. Quoique je doive peu craindre que personne s'avise d'attribuer aux nuages de fumée et de cendre qui s'élèvent du cratère de ce volcan, le privilége exclusif

d'engendrer le tonnerre, je ferai cependant quelques nouvelles citations.

La première, je l'emprunterai à *Sénèque*.

Dans les *Questions naturelles*, liv. II, § 30, je lis que pendant une grande éruption de l'*Etna*, le tonnerre grondait, et qu'on vit éclater la foudre au milieu des nuages de sable brûlant que le volcan vomissait.

Ma seconde citation, je la puiserai dans la *Descrizione dell' Etna del abate Francesco Ferrara*.

Au commencement de l'année 1755, il s'éleva du cratère de l'*Etna*, une immense et très noire colonne de fumée qui était fréquemment traversée par des *éclairs tortueux* (*tortuose balenazioni*).

Lorsque l'îlot, de si courte durée, *Sabrina*, surgit en 1811, près de *St.-Michel des Açores*, les colonnes excessivement noires, composées de poussière et de cendres qui s'élevaient du *sein de l'Océan*, étaient, dit le capitaine *Tillard*, sillonnées sans cesse, dans leurs parties les plus opaques, les plus sombres, par des éclairs d'une vivacité extraordinaire.

Il n'y a pas jusqu'au petit volcan qui se montra en juillet 1831, entre la *Sicile* et *Pantellaria*, qui ne puisse aussi figurer dans ce chapitre. *John Davy* nous apprend, en effet, que le 5 août, il s'élevait de temps en temps du cratère, jusqu'à la hauteur de 3 à 4000 pieds anglais, des colonnes d'une poussière parfaitement noire, et que des éclairs suivis de tonnerre, en jaillissaient presque continuellement dans différentes directions.

Peut-être trouvera-t-on que j'ai accordé beaucoup trop d'importance aux éclairs et aux tonnerres dont les nuages volcaniques sont le siége. Je sais qu'on pourra dire que d'immenses colonnes de vapeur d'eau s'élèvent souvent des cratères ; que cette vapeur forme la partie principale des nuages volcaniques ; que les cendres, que les poussières noires et impalpables vont seulement se mêler à elle pour en altérer la blancheur et la demi-transparence ; etc., etc.

Ma réponse est bien simple : il serait vrai que les nuages excessivement noirs, qui après s'être élevés de la bouche des volcans jusqu'à des hauteurs prodigieuses ; qui après s'être étalés dans tous les sens autour de la colonne ascendante, donnent à l'ensemble des déjections gazeuses et pulvérulentes, cette forme d'un pin si bien décrite par *Pline le Jeune* et par les observateurs modernes ; il serait vrai, disons-nous, que ces nuages se composent en très grande partie de vapeur d'eau, qu'il n'en resterait pas moins à examiner, comment la vapeur, quand elle s'élève d'un cratère à peu près pure, n'est, si je suis bien informé, jamais ou presque jamais orageuse, et comment les cendres, comment les poussières volcaniques lui communiquent toujours cette propriété. Rien, au surplus, n'établit la vérité de l'hypothèse dont je viens de faire mention, si on l'envisage d'un point de vue général ; rien ne prouve, par exemple, à l'égard de l'épais nuage qui, en 1794, s'étendit du *Vésuve* jusqu'à *Tarente*, qu'en arrivant près de cette ville, il

ne se composait pas exclusivement de poussière impalpable. D'après la relation du capitaine *Tillard*, de noires colonnes de fumée *s'élevaient de l'Océan*, près des *Açores*, avant que le petit îlot *Sabrina*, eût commencé à surgir. Dans ce cas, la vapeur engendrée au foyer volcanique sous-marin, ne devait-elle point se condenser, en grande partie, pendant sa marche ascensionnelle vers la surface, comme elle se condense au contact de l'eau froide dans l'admirable machine de Watt? Je ne pousserai pas plus loin ces considérations. Mais, tout-à-l'heure, je citerai un fait qui leur donnera une grande force, puisqu'il prouvera qu'après s'être détachées des nuages et lorsqu'elles arrivent à terre dans un état de sécheresse extrême, les poussières volcaniques sont quelquefois si fortement imprégnées de la matière du tonnerre, qu'elle donne lieu à de remarquables phénomènes de phosphorescence.

§ (C).

De la hauteur des nuages orageux.

La foudre, comme nous l'expliquerons plus loin, produit en tombant sur certaines roches, des phénomènes locaux de fusion et de vitrification, bien connus des observateurs. Ces vitrifications superficielles et circonscrites, mon illustre ami M. de Humboldt les a aperçues à la partie culminante de la principale sommité de la montagne de *Toluca* (ouest de *Mexico*),

à la hauteur de 4620 mètres au-dessus du niveau de la mer; *Saussure*, au sommet du *Mont-Blanc*, à 4810 mètres d'élévation (1); *Ramond*, au *Mont-Perdu*, à 3410 mètres, et au *Pic du Midi*, à 2935 mètres. Qui, d'après cela, ne se croirait autorisé à dire que, dans les pays de montagnes, au moins, les nuages orageux s'élèvent quelquefois,

Au Mexique.....	à plus de	4620 mètres;
En Suisse.....	»	4810;
Dans nos Pyrénées.....	»	3410?

La conséquence serait juste, comme on va le voir tout à l'heure, mais la démonstration manquerait complétement de rigueur. Nous sommes partis, en effet, de l'opinion commune, adoptée sans réflexion, que la foudre s'élance des nuages, *seulement de haut en bas*. Eh bien! je citerai un fait qui établit la réalité de la marche inverse. Nous verrons divers objets frappés et endommagés par un coup de foudre parti de nuages beaucoup plus bas qu'eux.

---

(1) Pour plus d'exactitude, je dois dire que les vitrifications superficielles, marques certaines du tonnerre, n'ont pas été aperçues à la cime même du *Mont-Blanc*, mais sur une partie de cette colossale montagne appelée le *Dôme de Goûté*, et dont la hauteur verticale est un peu moins grande. Au sommet du *Mont-Blanc*, les traces, les indices de quelque coup de foudre récent que Saussure crut remarquer, consistaient en des fragments de rocher qui gisaient dans tous les sens sur de la neige nouvellement tombée, à plusieurs pieds de distance de leur situation primitive.

Nous ne pouvons donc guère espérer de trouver des déterminations certaines des plus grandes hauteurs où se maintiennent les nuages orageux, que dans les relations des voyages faits sur les sommités des principales chaînes de montagnes des deux continents. Telle est aussi la mine où nous allons puiser.

Dans son ouvrage sur la figure de la Terre, *Bouguer* parle d'un orage qui les surprit, lui et *La Condamine*, au *Pichincha*, un des sommets de la Cordillère du Pérou. La hauteur du *Pichincha*, au-dessus du niveau de la mer, est de 4868 mètres.

Le 5 juillet 1788, le lendemain de leur arrivée sur le *Col du Géant*, MM. *de Saussure* père et fils y furent assaillis par un violent orage, pendant lequel les éclairs et le tonnerre se succédaient sans interruption. La hauteur des nuées orageuses au-dessus de la montagne ne fut, ni déterminée, ni évaluée. Tout ce que nous pourrons dire de cette hauteur, rapportée au niveau de la mer, sera donc qu'elle surpassait notablement la hauteur du rocher où MM. *de Saussure* avaient établi leurs tentes, c'est-à-dire 3471 mètres.

Un paragraphe de la relation si célèbre de ces deux grands observateurs, dans lequel ils font mention d'orages qui naissaient à la sommité du *Mont-Blanc*, toutes les fois qu'il s'y formait deux couches de nuages, nous autoriserait à augmenter d'un *millier* de mètres le nombre que nous venons de rapporter et d'affirmer qu'au milieu des Alpes, MM. *de Saussure ont vu, ont entendu des orages* dont le siége

était à environ 4500 mètres de hauteur verticale au-dessus du niveau de l'Océan.

Grâce à MM. les capitaines *Peytier* et *Hossard*, les Pyrénées figureront aussi dans ce chapitre.

En août 1826, à la station géodésique du Pic de *Troumouse* (élevé de 3086 mètres), les orages s'engendraient dans une couche de nuages dont la surface la plus voisine de terre, était à environ 3000 mètres de hauteur verticale au-dessus de la mer.

Dans la même année et dans le même mois, au *Pic de Baletous*, la face inférieure des nuées orageuses se trouva à 3200 mètres.

En août 1827, à la station du *Tuc de Maupas* (élevée de 3110 mètres), MM. *Peytier* et *Hossard* entendaient des coups de tonnerre dans des nuages qui étaient, toujours par leur face inférieure, à 3300 mètres !

Voilà donc en *Amérique*, dans les *Alpes*, dans les *Pyrénées*, de véritables, de fréquents orages, à d'immenses hauteurs au-dessus de l'Océan. Les hauteurs sont-elles jamais aussi grandes pour les orages qui éclatent sur les pays de plaine ? Cette question n'intéresse pas seulement notre curiosité. Supposez-la résolue affirmativement, et la densité de l'air jouera seule un rôle dans la formation des nuées orageuses. Prenez l'hypothèse contraire, et l'action de la terre deviendra manifeste, et cette action, quelle qu'en puisse être la nature, sera caractérisée par le fait remarquable que le sol d'un pays en s'élevant,

elève en même temps la région des orages ; et il demeurera établi, qu'un plateau, qu'une montagne communiquent, par leur voisinage, à des couches atmosphériques de certaine densité, des propriétés dont ces mêmes couches seraient dépourvues dans un plus grand isolement. Il suffira de ces réflexions pour montrer que le but que je me proposais ici, n'est pas encore atteint. Il me reste à chercher quelle est la hauteur des orages dans les pays de plaine peu élevés au-dessus de la mer.

Près d'une chaîne de montagnes, on apprécie la hauteur des nuages d'après celle des sommités ou de toute autre espèce de repères que ces nuages vont couvrir et dont on a fixé les coordonnées verticales par des nivellements barométriques ou trigonométriques. Dans les pays de plaine on a recours à une méthode, non moins satisfaisante, qui se fonde sur la comparaison du temps de l'apparition de l'éclair et de celui de l'arrivée du bruit du tonnerre au lieu qu'occupe l'observateur. Cette méthode, j'en indiquerai bientôt les principes. Ici je dois me contenter de rapporter les résultats qu'elle a donnés (1).

---

(1) Si ces résultats ne sont pas plus nombreux, il faut s'en prendre à la déplorable habitude qu'ont eue la plupart des auteurs de traités de physique, de présenter tous les problèmes comme résolus, toutes les questions comme entièrement épuisées. Des assertions tranchantes, là où le doute devrait accompagner chaque parole, nuisent essentiellement aux progrès des sciences. Signaler

Je trouve, dans un recueil de *mémoires de de l'Isle*, membre de l'Académie des Sciences, quatre observations faites à Paris le 6 juin 1712, dans l'intervalle de 6 minutes, et qui me donnent, après un calcul convenable, pour *la hauteur verticale* des nuages dans lesquels naissait l'éclair et le tonnerre :

Cet énorme résultat..... 8080 mètres !

Dans les 77 observations que le mémoire de *de l'Isle* renferme, il n'en est aucune autre, après celle du 6 juin 1712, qui puisse être calculée. Par un inconcevable oubli, la *hauteur angulaire* de la région où les éclairs se montraient, n'est donnée qu'une fois.

Le même oubli se remarque dans les observations que l'*abbé Chappe* recueillit à *Bitche*, en Lorraine, pendant l'année 1757. Les observations de *Tobolsk* (Sibérie), faites en 1761 par le même astronome, sont plus complètes. J'y trouve que le 2 juillet, la

---

des lacunes est encore plus utile qu'enregistrer des découvertes. C'est en essayant de faire disparaître certaines difficultés de la théorie newtonienne de l'émission, que plusieurs physiciens exacts ont donné à l'optique une face entièrement nouvelle. C'est en ne croyant pas sur parole ceux qui criaient naguère à pleine voix : « Il n'y a plus rien à trouver sur l'électricité et le magnétisme qui ne soit aujourd'hui du ressort immédiat du calcul », qu'on a enrichi ces deux sciences d'une innombrable série d'étonnants phénomènes dont on n'avait pas la plus légère idée il y a quelques années.

hauteur verticale des nuées orageuses, était de

3340 mètres.

(Le therm. marquait + 21° centigr.)

Le 13 juillet, *Chappe* trouva..... 3470 mètres.

Deux observations faites *à Berlin*, par le célèbre *Lambert*, le 25 mai et le 17 juin 1773, donnent pour la hauteur des nuages orageux :

La première observation..... 1900 mètres ;
La seconde » ..... 1600.

Ces déterminations ne sont pas assez nombreuses pour qu'on doive se hasarder à en déduire des conclusions générales. Il est, toutefois, bien remarquable que la plus grande hauteur de nuées orageuses qu'il ait été possible de recueillir, appartienne à un pays de plaine et qu'elle soit même, si *de l'Isle* ne s'est pas trompé, presque le double de la plus grande hauteur des orages dans les Alpes. Au surplus, les observations de cette espèce sont très faciles; les occasions de les faire assez fréquentes ; tout nous autorise donc à espérer qu'une fois dûment avertis, les astronomes et les météorologistes s'empresseront de combler la lacune que j'ai dû leur signaler.

Je me suis attaché jusqu'à présent à noter les plus grandes hauteurs où s'engendrent les orages. Je ne trouverai malheureusement guère plus de documents si j'aborde la question des hauteurs ordinaires.

Les observations de *de l'Isle* n'étant jamais ac-

compagnées, comme je l'ai déjà dit, d'une appréciation de la hauteur angulaire des éclairs, ne peuvent donner que de simples limites.

Voici les moins fortes :

	Mètres de hauteur verticale.
En mai, un orage à Paris, était *à moins* de	2400 ;
En juin, un autre était *à moins* de.....	1000 ;
Le 2 juillet, un troisième était *à moins* de.	1400 ;
Le 21 du même mois, un 4e était *à moins* de	1400.

Je ne vois aucun moyen de déduire des observations de *de l'Isle*, des limites inférieures à celles que je viens de rapporter.

Le Gentil, qui séjourna quelque temps à *l'île de France*, à *Pondichéry* et à *Manille*, assure, d'après ses propres observations, que sur ces trois points des régions équinoxiales, la couche inférieure des nuages dans lesquels s'engendrent les *orages ordinaires*, n'est jamais à plus de 900 mètres d'élévation verticale. Toutefois, par une exception, le 28 octobre 1769, à *Pondichéry*, le foyer de l'orage se trouvait à une hauteur de plus de

3300 mètres.

Les observations de *Tobolsk*, donnent :

Un cas où le nuage orageux pouvait n'être eleve verticalement que de..... 214 mètres.
Un second où la hauteur etait de..... 292

Six cas correspondant à des hauteurs comprises entre..... 400 et 600 m.
Trois cas où les nuages se trouvaient entre..... 600 et 800
Cinq cas, enfin, à des hauteurs supérieures à..... 800 m.

Je n'ai pas recueilli tant de nombres par une vaine curiosité. On leur verra plus loin prendre place dans la discussion de certaines questions capitales fort controversées entre les physiciens : ils nous serviront à examiner si la foudre descend toujours des nuages vers la terre, ou bien si, quelquefois au contraire, elle remonte de la terre aux nuages.

§ (D).

Des différentes espèces d'éclairs.

Les phénomènes de lumière qui se manifestent dans les orages (les *éclairs*), ont des formes assez dissemblables, et des propriétés assez variées pour qu'il m'ait paru nécessaire d'en faire plusieurs classes.

La première classe comprend certains éclairs que tout le monde a dû remarquer, et qui paraissent consister en *un trait, en un sillon de lumière très resserré, très mince, très arrêté sur ses bords.*

Ces éclairs, ne sont ni toujours blancs, ni toujours de la même couleur. Les météorologistes dé-

clarent en avoir vu de purpurins, de violacés, de bleuâtres (1).

Malgré leur incroyable vitesse, ils ne se propagent pas en ligne droite. Ordinairement, au contraire, *ils serpentent, ils dessinent dans l'espace, les zig-zags les plus prononcés* (2).

J'ai lu quelque part, mais en ce moment je ne retrouve pas le passage, qu'à la suite de plusieurs *zig-zags*, des éclairs après s'être, en quelque sorte, reployés sur eux-mêmes, retournèrent vers la région d'où ils s'étaient originairement élancés (3). Ce qui

---

(1) Ceux qui, de prime abord, trouveraient ces remarques minutieuses, changeront d'avis, je l'espère, quand nous aurons établi que les nuances citées sont liées à l'état de l'air au milieu duquel les éclairs ont pris naissance ; lorsqu'il deviendra évident qu'une simple appréciation de couleur pourra, en certain cas, devenir l'équivalent de plusieurs sortes d'observations météorologiques qui seraient faites dans la région des nuages.

(2) *Howard* a vu des éclairs qui après avoir terminé presque complétement leur course descendante, revenaient sur leurs pas, parcouraient dans ce mouvement rétrograde, ou de bas en haut, le tiers, la moitié même de l'intervalle compris entre les nuages et le sol ; se reployaient là de nouveau et allaient frapper quelque objet terrestre. Je n'ai pas inséré cette citation dans le texte, parce que le savant météorologiste anglais parle de la lenteur avec laquelle ces divers mouvements s'exécutent, et qu'une extrême vitesse est le trait caractéristique des éclairs de la première classe.

(3) Ne pourrait-on pas se croire autorisé à soutenir que les anciens avaient, eux aussi, remarqué les étranges, les inconcevables mouvements rétrogrades de la foudre, après avoir lu dans le

n'est qu'une très rare exception dans les orages ordinaires, se manifeste fréquemment, au contraire, au milieu des nuées volcaniques. Témoin ces paroles de *Sorrentino* sur l'éruption du Vésuve de 1707 :

« Les habitants, dans l'obscurité la plus profonde, » se trouvaient au milieu des éclairs (*saëtte*). Les » éclairs qui sortaient de la fournaise du Vésuve, ne » dépassaient pas dans leur course le cap *Pausilippe*, » où s'arrêtait aussi le nuage de cendres. Là ils se » repliaient et revenaient par le même chemin frap- » per la fournaise d'où ils étaient sortis. »

Sir *William Hamilton* ne s'explique pas avec moins de netteté : « Ces éclairs volcaniques (ceux de l'érup- » tion du Vésuve de 1779) abandonnaient très rare- » ment le noir nuage de cendres qui s'avançait vers » la ville de Naples et semblait la menacer d'une » entière destruction : ils *retournaient* vers le cratère » du volcan, et rejoignaient la colonne ascendante » enflammée, d'où originairement on les avait vus » sortir. Une ou deux fois, seulement, ces éclairs » (ou *ferilli*, comme les Napolitains les appellent),

---

livre II de l'Histoire naturelle de Pline, ces quelques lignes : « Rien de plus important que d'observer de quelles régions » viennent les foudres, et vers quelles régions *elles s'en retour-* » *nent*. *Leur retour* aux parties orientales est un heureux au- » gure. Quand elles viennent de cette première partie du ciel et *qu'elles y retournent*, c'est le présage d'une souveraine félicité. »

» tombèrent sur *la Somma* et mirent le feu à des
» buissons et à des herbages secs. »

Il n'est pas rare que les éclairs dont nous nous occupons maintenant, s'élancent d'un groupe de nuages sur un autre groupe. Cependant, leur course la plus ordinaire les porte des nuages vers la terre.

Dans ce dernier cas, on a cru voir l'extrémité inférieure du trait de lumière sous la forme d'un dard. Une chose beaucoup moins douteuse, c'est que, parfois, ces éclairs se bifurquent ; c'est qu'ils se partagent même *en trois* rameaux : ainsi, un simple trait lumineux part de la nue ; après un certain trajet il y en a deux ou *trois* parfaitement distincts. Leur écartement angulaire est considérable, ils atteignent des points de la terre fort éloignés les uns des autres.

L'abbé *Richard* (l'auteur de l'*Histoire naturelle de l'air et des météores*), me fournit un exemple d'évidente, de forte bifurcation. *Il vit*, lui-même, un sillon lumineux, unique au départ de la nue, se partager en deux à quelque distance de terre, et chaque moitié aller frapper un objet séparé.

Quand il faut se prononcer sur la forme de phénomènes fortuits et qui durent aussi peu de temps qu'un éclair de la première espèce, l'on est heureux de pouvoir citer des observateurs du mérite de *Nicholson*. Aussi je me hâte de tirer d'une note de ce célèbre physicien, jetée, sans nom d'auteur, dans le coin obscur d'un journal, quelques mots pré-

cieux que j'y ai aperçus avec d'autant plus de plaisir, que le titre de la note me les faisait moins espérer.

« Le 19 juin 1781, un violent orage passa sur l'ex-
» trémité occidentale de *Londres*. J'étais alors à *Bat-*
» *tersea*, et je fis la remarque que les éclairs, ac-
» compagnés d'ailleurs d'explosions très marquées
» et très distinctes furent, dans beaucoup de cas,
» *fourchus* à leur extrémité inférieure, mais jamais
» dans le haut. »

Si les cas de bifurcation ne sont pas communs, on concevra combien, à plus forte raison, doit être rare, le partage d'un éclair unique en trois éclairs distincts. J'avais cru pouvoir affirmer (p 252), que cette trisection s'effectue quelquefois d'après ce que je trouvais dans la relation d'un orage, publiée par *William Borlase*. Le passage dont je m'appuyais manquait peut-être de précision; mais il offrait, d'autre part, l'avantage d'émaner d'un observateur qui n'avait aucun système à faire prévaloir, je dirai plus, qui donnait sa remarque sans en apprécier l'importance. Quoi qu'il en soit, je désirais trouver un second exemple d'éclair à trois branches, contre lequel il ne s'élevât pas même la possibilité d'une objection. N'est-il pas remarquable que j'aie été obligé de recourir aux nuées volcaniques pour le rencontrer? L'ouvrage de l'abbé *Ferrara* m'apprend que le 18 juin 1763, il se forma sur le revers méridional de l'*Etna* et à quelque distance du sommet, un certain nombre d'ouvertures d'où sortaient d'immenses globes d'une

fumée noire mêlée de cendres et de poussière enflammée. Eh bien! ces nuages étaient sans cesse traversés par des *éclairs à trois pointes* (*da tricuspidali balenazioni*).

Un de mes amis, que j'avais prié de chercher dans la météorologie allemande de M. Kamtz, quelque citation qui pût être utilement ajoutée aux deux précédentes, m'annonce, au moment où j'envoie ma Notice à l'imprimerie, que cet excellent observateur assure *avoir vu* lui-même une fois (mais une seule fois dans sa vie) un éclair se partager en trois.

J'ai laissé de côté tous les passages dans lesquels les anciens poètes parlent de foudres à trois pointes, et je n'ai enregistré ici que les dédoublements et les trisections d'éclairs dont les physiciens ont pu constater l'existence *à l'aide de leurs yeux*. Il me serait facile d'aller bien plus loin, de trouver des divisions en quatre, en cinq, en dix, etc., si j'en cherchais les indices dans les effets que les éclairs produisent en arrivant à terre. Je citerais, par exemple, l'examen attentif auquel se livra M. *Griffith*, sur l'orage qui, le 3 juin 1765, fit d'assez grands dégâts dans le collége de *Pembroke* à *Oxford*, puisqu'il paraît en résulter que la foudre avait, au même instant, pénétré dans le collége *par quatre points différents* et fort éloignés les uns des autres. J'insisterais particulièrement sur les circonstances d'un orage qui, en avril 1718, ravagea les environs de *Landernau* et de *Saint-Pol de Léon*; je rappellerais que *vingt-quatre églises* furent foudroyées

quoiqu'on n'eût entendu que *trois coups* de tonnerre distincts ; mais, pour le moment, j'abandonne des considérations plus ou moins conjecturales, plus ou moins sujettes à difficulté, et je m'en tiens, je le répète, aux phénomènes qui se sont manifestés par une séparation évidente, par une séparation saisissable à l'œil, d'un seul trait lumineux en plusieurs traits distincts.

Les éclairs de notre *première classe*, on les désigne en Italie par un nom particulier : on les appelle *Saëtte*. Suivant une opinion fort *répandue chez nous*, tant parmi les physiciens que dans la masse du public, ce seraient principalement, sinon exclusivement, les *Saëtte*, les éclairs *resserrés*, les éclairs *en sillon, en zig-zag*, qui porteraient avec eux l'incendie et la destruction ; ces éclairs, en un mot, constitueraient *la foudre* proprement dite (1).

Venons maintenant aux *éclairs de la seconde classe*.

La lumière de ces éclairs, au lieu d'être concentrée dans des traits sinueux presque sans largeur apparente, embrasse, au contraire, d'immenses surfaces.

---

(1) *Sénèque* avait déjà coupé court à la distinction que ses contemporains établissaient entre l'éclair et la foudre. « L'éclair, » disait-il, est la foudre qui ne descend pas jusqu'à terre ; la » foudre est l'éclair qui, au contraire, vient la toucher. » (*Quest. nat.*, liv. 2, § 21.)

Elle n'a, d'ailleurs, ni la blancheur, ni la vivacité de la lumière des éclairs fulminants. Souvent sa teinte est un *rouge très intense*. Le *bleu* ou le *violet* y dominent aussi de temps en temps.

Quand il arrive qu'un éclair de la *seconde* classe est sillonné par un éclair en *zig-zag* de la première, la différence de leurs couleurs devient manifeste aux yeux les moins exercés.

Les éclairs de *la seconde classe* ne paraissent quelquefois illuminer que les contours des nuages d'où ils émanent. Quelquefois aussi leur vive lumière embrasse toute l'étendue superficielle de ces mêmes nuages, et, de plus, elle semble sortir de leur intérieur. On dirait alors, en vérité, que les *nuages s'entr'ouvrent* : ce sont les expressions populaires, j'en chercherais vainement qui dépeignissent mieux le phénomène.

Les descriptions sont toujours des moyens très imparfaits de caractériser les phénomènes météorologiques. Aussi, j'ajouterai en faveur des lecteurs à qui les détails précédents ne suffiraient pas, que ces *éclairs de la seconde classe* dont nous venons de nous occuper, sont de beaucoup les plus communs. Un grand nombre de personnes n'ont jamais vu, ou, du moins, n'ont jamais remarqué que ceux-là. Pendant un orage ordinaire il en surgit des milliers, contre un éclair resserré et sinueux de la première classe.

Si l'on convient que toute lumière atmosphérique dont l'apparition coïncide avec les manifestations de la foudre, doit porter le nom d'*éclair,* on se trouve inévitablement conduit à ranger quelques-uns de ces phénomènes, dans une classe totalement distincte des deux qui viennent de nous occuper.

Les *éclairs de la troisième classe,* diffèrent, en effet, de ceux que nous avons dû placer dans les deux premières, par la durée, par la vitesse et aussi par la forme. Tout le monde a remarqué que l'*éclair linéaire* en zig-zags nettement dessinés, que l'éclair superficiel à contours mal définis, ne durent qu'un instant. Des observations que nous analyserons bientôt, montreront à quel point cette durée est courte. Elles nous donneront de si petites fractions de seconde, qu'on en demeurera étonné. Les éclairs de *la troisième classe,* au contraire, sont visibles pendant une, deux, dix, etc., secondes de temps. Ils se transportent des nuages à la terre avec assez de lenteur pour que l'œil les suive nettement dans leur marche et apprécie leur vitesse. Les espaces qu'ils embrassent sont *circonscrits, nets, définis,* et d'une forme qui doit peu différer de celle de la sphère, car, de loin, car en projection, ces espaces semblent des cercles de lumière.

La forme sphérique que je viens d'attribuer à certains éclairs ou, si on l'aime mieux, à certaines masses lumineuses qui, *dans des temps d'orage,* traversent en divers sens et avec des vitesses plus ou

moins grandes, l'espace compris entre les nuages et la terre, apparaît trop rarement aux regards des observateurs pour que des citations ne soient pas ici indispensables. Je me ferai même d'autant moins scrupule de les multiplier, que ces *globes de feu* sont aujourd'hui une pierre d'achoppement pour les météorologistes théoriciens de bonne foi, et qu'ils me paraissent devoir servir à expliquer comment, dans quelques circonstances, très rares, il est vrai, de bons paratonnerres ont été inefficaces.

Avant d'aller plus loin j'aborderai une objection dont ne manqueraient pas de se prévaloir tous ceux (et le nombre en est grand) qui subordonnent l'admission d'un fait, à la possibilité de le rattacher aux théories connues. Cette objection, la voici :

Ces globes de feu que vous enregistrez, ont-ils existé réellement ? La forme qu'on leur a attribuée n'était-elle pas le résultat d'une illusion d'optique ? Un éclair de la première classe, en le supposant cylindrique, ne doit-il pas, s'il est exactement dirigé vers l'œil d'un observateur, lui paraître circulaire, ou du moins globulaire ?

Cette objection aurait quelque gravité, si la forme sphéroïdale ne s'était jamais manifestée qu'à ceux qui se trouvant *exactement* sur le chemin de l'éclair, devaient en être frappés. Mais un observateur placé en dehors de la route de l'éclair ; un observateur qui l'aperçoit transversalement, qui le voit tomber sur une maison voisine ou éloignée, ne

peut lui attribuer la forme d'un globe que s'il est globulaire en effet. Ces dernières circonstances de position, se sont presque toujours rencontrées dans les exemples qui suivent. L'objection ne mérite donc pas de nous occuper davantage.

M. *Deslandes* recueillit avec un soin infini, pour le transmettre à l'Académie, tout ce qu'on avait observé en Bretagne, pendant le célèbre orage de la nuit du 14 au 15 avril 1718. A *Couesnon*, près de Brest, sur les décombres mêmes de l'église entièrement détruite, on s'accordait à attribuer la catastrophe « à *trois* » *globes de feu*, de trois pieds et demi de diamètre » chacun, qui, s'étant réunis, avaient pris leur direc- » tion vers l'église, d'un cours très rapide. »

En mars 1720, pendant l'orage le plus violent, un *globe de feu* tomba à terre près de *Horn*. Après avoir *rebondi*, ce globe alla frapper le dôme de la tour et y mit le feu.

Le 3 juillet 1725, un orage ayant fondu sur le territoire d'*Aynho*, dans le *Northamptonshire*, le tonnerre tua un berger et cinq moutons. Au plus fort de la bourrasque, le révérend *Jos. Wasse vit un globe de feu* gros comme la lune, *et entendit* le sifflement qu'il produisait dans l'atmosphère en passant au-dessus de

son jardin. Une autre personne située en plein champ aperçut, pendant le même orage, *un globe de feu,* gros comme la tête d'un homme, qui éclata en quatre morceaux près de l'église.

Un coup de foudre endommagea fortement une maison de *Darking* (*Surrey*), le 16 juillet 1750. Tous les témoins de l'évènement déclarèrent qu'ils avaient vu dans l'air, de *grosses boules de feu* (*large balls of fire*) autour de la maison foudroyée. En arrivant à terre ou sur les toits des maisons, ces boules se partagèrent en un nombre prodigieux de parties qui se dispersèrent dans toutes les directions imaginables.

Dans la relation d'un orage qui, en décembre 1752, fit beaucoup de dégâts près de *Ludgvan* (*Cornouailles*), M. *Borlase* dit qu'on aperçut à plusieurs reprises des *boules de feu* parfaitement distinctes, se précipiter des nuages vers la terre.

En janvier 1770, la foudre tomba sur la tour de *Schemnitz* (Hongrie). Elle avait la forme *d'un globe* et la grosseur d'un tonneau.

Un soir, à l'île de France, en 1770, les nuages, comme on pouvait en juger par les montagnes du

port, descendirent jusqu'à la faible hauteur de 400 mètres. La pluie fut très abondante. « Il éclairait » beaucoup, mais les éclairs, dit l'académicien *Le* » *Gentil*, loin de ressembler aux éclairs ordinaires, » n'étaient autre chose que *de très gros globes de feu* » qui paraissaient subitement et disparaissaient de » même sans explosion. »

Le 20 juin 1772, pendant qu'un orage grondait sur la paroisse de *Steeple-Aston* (*Wiltshire*), on vit dans les airs *un globe de feu osciller* pendant assez longtemps au-dessus du village, et se précipiter ensuite verticalement sur les maisons où il produisit beaucoup de dégâts.

Il serait difficile d'invoquer un meilleur témoignage que celui dont je vais m'appuyer, à l'égard d'un phénomène observé le 1er mars 1774, près de *Wakefield*, et qui me semble devoir être rangé parmi ceux dont nous nous occupons ici.

A la suite d'un violent orage, lorsqu'il ne restait plus dans tout le ciel que deux nuages peu élevés au-dessus de l'horizon, M. *Nicholson* voyait à chaque instant, des *météores* semblables à ceux qu'on appelle *étoiles filantes*, descendre du nuage supérieur au nuage inférieur.

En septembre 1780, avant le coup de tonnerre qui le renversa et tua deux de ses domestiques,

M. *James Adair*, d'*East-Bourn* (Sussex), *avait* vu *plusieurs globes de feu* (*several balls of fire*) tomber d'un gros nuage noir dans la mer.

La foudre qui le 18 août 1792 tomba sur la maison de M. *Haller*, à *Villers-la-Garenne*, avait traversé le village sous la forme d'un globe de feu.

Le 14 février 1809, le vaisseau de ligne le *Warren Hastings* qui, peu de jours auparavant, avait été lancé à la mer à *Portsmouth*, fut foudroyé *trois fois* dans un intervalle de tems assez court. Chaque fois la foudre se porta vers les mâts du navire, *sous la forme d'un globe de feu*.

Je lis, dans l'ouvrage d'*Howard* sur le climat de Londres, qu'en avril 1814, *un globe de feu* s'élança, à *Cheltenham*, des nuées orageuses sur une meule de foin, et la perça d'outre en outre.

Des *globes lumineux* se montrent plus fréquemment encore au milieu des orages volcaniques que pendant les orages ordinaires. Durant les éruptions du *Vésuve* de 1779 et de 1794, *Hamilton* et d'autres observateurs en virent à plusieurs reprises de très considérables qui, après s'être élancés de l'épais

nuage de cendres, éclataient en l'air comme les bombes de nos feux d'artifices au milieu desquelles on a placé des serpenteaux. Les flammes que ces globes projetaient dans tous les sens au moment de leur explosion, se mouvaient toujours en *zig-zag*.

Aux masses globulaires lumineuses parfaitement définies sur toute la circonférence, je puis faire succéder la citation de celles qui, laissant le long de leur chemin des parcelles enflammées, ont quelque ressemblance avec les fusées de nos feux d'artifice.

Ainsi, *Schübler*, dont le nom est si bien connu des météorologistes, fait mention d'éclairs, observés par lui-même, qui offraient l'apparence d'un courant de feu gros comme le bras, terminé par une boule plus large et plus brillante.

Kämtz, m'assure-t-on, a vu diverses fois le même phénomène (1).

Les citations qui précèdent appartiennent toutes à des phénomènes observés en plein air. Elles pourraient être beaucoup plus nombreuses si je suivais la

---

(1) Le professeur *Muncke* rapporte qu'un éclair descendant vertical, qui paraissait avoir une soixantaine de mètres de long, se transforma sous ses yeux en un grand nombre de petites boules.

foudre dans les édifices, car c'est alors qu'on la voit prendre plus ordinairement la forme d'un globe de lumière; je me bornerai, toutefois, à quelques faits dont l'authenticité ne paraît pas douteuse.

Peu de temps après l'entrée de Philippe V à Madrid, la foudre tomba sur le palais. Les personnes réunies en ce moment dans la chapelle royale, y virent entrer deux *boules* de feu. L'une de ces boules se subdivisa en plusieurs autres qui, avant de se dissiper, *bondirent* à plusieurs reprises comme des balles élastiques.

Le 7 octobre 1711, un volumineux *globe de feu* tomba, pendant un orage, au milieu des habitants de *Sampford-Courtney* (*Devonshire*), qui se tenaient sous le porche de l'église. Au même moment, quatre pareils globes, mais gros comme le poing seulement, éclataient dans l'église même et la remplissaient de feu et d'une fumée sulfureuse. Un des *pinacles* de la tour fut rasé du même coup.

Le jour même (1772) où, pendant un orage, on observait au-dessus de *Steeple-Aston* le globe de feu oscillant dont il a été question plus haut, les révérends MM. *Wainhouse* et *Pitcairn* qui se trouvaient dans une pièce du presbytère, virent tout-à-coup apparaître à la hauteur de leur figure et à environ un pied de distance, *un globe de feu* de la grosseur du poing. Ce globe était entouré d'une fumée noire. En

éclatant, il fit un bruit comparable à celui d'un grand nombre de pièces de canon qui partiraient à la fois. Une vapeur fortement sulfureuse se répandit aussitôt après dans toute la maison; M. Pitcairn était dangereusement blessé. Son corps, ses habits, ses souliers, sa montre, présentaient tous les signes qu'amène un coup de foudre ordinaire. Des lumières de différentes couleurs remplissaient l'appartement et éprouvaient les plus vifs mouvements d'oscillation.

(Je dois dire, quoique cette circonstance ait peu de liaison avec l'objet de ce chapitre, que M. *Pitcairn* prétendit avoir vu le globe de feu dans l'appartement, une ou deux secondes *après* qu'il s'était senti foudroyé.)

Le graveur *Solokoff* déclara que l'éclair sous l'action duquel périt le physicien *Richmann*, en 1752, avait la forme d'un globe.

En 1809, le tonnerre s'introduisit par la cheminée, dans la maison de M. *David Sutton*, à *Newcastle-sur-Tyne*. Après l'explosion, plusieurs personnes virent par terre, à la porte même du salon où elles se trouvaient réunies, un *globe de feu* immobile; ce globe s'avança ensuite jusqu'au milieu du salon, se divisa en plusieurs fragments qui, eux-mêmes, firent explosion comme les étoiles d'une fusée.

En cherchant, plus tard, l'explication de la forme sphéroïdale que la matière de la foudre affecte dans certaines circonstances, nous aurons probablement à nous demander si cette forme s'engendre jamais sur la mer. Pour répondre d'avance à cette question, je dirai que le 13 juillet 1798, le navire le *Good-Hope* de la Compagnie des Indes, se trouvant par 35° 40′ de latitude sud, et 42° de longitude orientale, fut frappé par un *éclair globulaire* (*lightning of globular form*) qui produisit la plus violente détonnation, tua raide un matelot et en blessa grièvement un autre.

---

§ (E).

Les éclairs s'échappent quelquefois des nuages par leur surface supérieure, et se propagent dans l'atmosphère de bas en haut.

Il y a dans la *Styrie,* une montagne fort élevée qu'on appelle le *Mont Sainte-Ursule,* au sommet de laquelle une église a été bâtie. Jean-Baptiste *Werloschnigg,* médecin, qui visitait cette église le 1er mai 1700, vit se former vers *la moitié de la hauteur* de la montagne, des nuages très épais et très noirs qui furent bientôt le foyer d'un grand orage. Le ciel continua à rester très serein au sommet; le soleil y brillait du plus vif éclat. Chacun pouvait donc se croire en parfaite sûreté dans l'église, et, cependant,

la foudre partie du nuage inférieur, y alla tuer sept personnes à côté du docteur *Werloschnigg*.

§ (F).

Quelle est la durée d'un éclair de la première ou de la seconde classe?

Cette question a plus d'importance qu'on ne l'imaginerait au premier coup d'œil. Sa solution, toute récente, repose sur des considérations assez délicates. Elles sont, du reste, empruntées en partie à un jeu d'enfant, je veux dire à cette expérience que chacun a faite ou a vu faire, et qui consiste à produire un *ruban continu de lumière*, par le mouvement rapide d'un petit charbon enflammé.

Supposons que le charbon décrive une circonférence de cercle et qu'il emploie à faire le tour entier, *un dixième* de seconde seulement. Alors, L'EXPÉRIENCE L'A MONTRÉ, on voit une circonférence de lumière, dans laquelle l'œil le plus attentif ne découvre aucune lacune, aucune solution de continuité. On dirait que le charbon occupe simultanément tous les points de la courbe, et ces points, cependant, il les atteint dans sa marche l'un après l'autre; et il s'écoule *un dixième* de seconde entre le moment où il quitte l'un d'eux et le moment où il y revient.

Une conséquence importante découle de cette expérience. Elle deviendra évidente si, pour un instant, on veut bien concentrer son attention sur un seul

point : sur le point le plus élevé, par exemple, de la circonférence de cercle que le charbon parcourt.

Quand le charbon enflammé occupe ce point le plus élevé, les rayons de lumière qui en émanent, forment son image, dans l'œil de l'observateur, sur une certaine partie de la rétine. Dès que le charbon tourne, cette image doit également tourner, et cela arrive, en effet, puisque le charbon se voit toujours dans sa véritable position. La première image semblerait devoir s'évanouir en même temps, la cause qui l'engendrait ayant, sinon disparu, du moins changé de lieu : loin de là, le charbon a le temps de faire un tour entier, de revenir à sa première place, de reproduire dans l'œil l'image du point le plus élevé de la courbe, avant que la sensation résultant de son premier passage par le même point se soit effacée.

Les impressions que nous recevons par la vue ont donc une certaine durée. L'œil humain, du moins, est constitué de manière qu'*une sensation lumineuse ne s'évanouit qu'un dixième de seconde après la disparition complète de la cause qui l'a produite.*

Nous venons de reconnaître qu'un point rayonnant qui n'emploie qu'un dixième de seconde à faire un tour entier, donne naissance, pour notre œil, à une circonférence de cercle qui est lumineuse dans tout son contour. Il est évident que si deux, trois, dix, cent points rayonnants placés en ligne droite, les uns à la suite des autres, entre le premier

point et le centre de *rotation*, tournent simultanément avec la même vitesse, ils donneront naissance à deux, à trois, à dix, à cent circonférences de cercle lumineuses et concentriques. Enfin, chacun comprendra que si ces divers points rayonnants mobiles sont contigus, que s'ils se touchent, que s'ils sont assez nombreux pour former dans l'état de repos une ligne de lumière continue entre le premier point et le centre de rotation, les circonférences qu'ils engendreront en tournant se toucheront aussi, et qu'aux deux, trois, dix, cent circonférences de cercle *séparées* de la précédente expérience, succédera une *surface circulaire entièrement éclairée*.

Il en est, comme on voit, de cette expérience, comme de celle que nous faisions avec des points isolés : *une ligne* lumineuse qui tourne autour d'une de ses extrémités, engendre *une surface de lumière circulaire*, quand elle revient à chacune de ses positions successives avant que se soit effacée chacune des images qu'elle avait produites dans l'œil pendant une première révolution, c'est-à-dire, quand la ligne décrit la circonférence entière en *un dixième* de seconde.

Au lieu d'une seule ligne lumineuse mobile, supposons maintenant qu'il y en ait quatre, toutes semblables quant à l'intensité, placées rectangulairement entre elles, ou de manière qu'elles partagent la circonférence en quatre parties égales. La vitesse de rotation de l'appareil n'aura plus besoin d'être d'un

tour complet par *dixième* de seconde; une vitesse *quatre fois moindre*, une vitesse d'un tour par *quatre dixièmes* de seconde suffira à la production d'une surface circulaire qui semblera de même entièrement lumineuse.

Que faut-il, en effet, pour cette continuité d'éclat? Il faut qu'aucun point du cercle ne soit privé *de lumière réelle* pendant plus de $\frac{1}{10}$ de seconde. Eh bien! arrêtons-nous par la pensée au moment où une des quatre lignes lumineuses est verticale. La ligne qui la suit deviendra verticale à son tour dans le quart du temps que consomme une révolution complète, dans le quart de $\frac{4}{10}$ ou dans $\frac{1}{10}$ de seconde. La troisième ligne rotative succédera de même à la seconde, dans la verticale, après un dixième de seconde, etc., etc. Ainsi, lorsque, dans l'œil, l'*image* verticale de la première ligne allait s'évanouir, la seconde des quatre lignes lumineuses rectangulaires de l'appareil rotatif, vient la renouveler; lorsque l'*image* verticale de cette seconde ligne atteint le terme de sa durée, la troisième ligne en occupe la place; la quatrième ligne, à son tour, se trouve dans la verticale au moment où l'image de la troisième commençait à s'effacer; la première ligne, enfin, va, à point nommé, reprendre la position où d'abord nous l'avions supposée, pour remplir de sa lumière la verticale que la disparition de l'image de la quatrième ligne aurait laissée obscure.

Je viens de montrer en détail, avec trop de détail

peut-être, comment quatre lignes lumineuses, placées rectangulairement et décrivant un cercle autour de leur point d'intersection en $\frac{4}{10}$ de seconde, éclairent d'une lumière en apparence continue, le rayon vertical de ce cercle. Tout le monde remarquera que les mêmes raisonnements se seraient appliqués à un rayon horizontal ou à un rayon incliné ; le mode de production de surfaces lumineuses, par la rotation de simples lignes, est donc suffisamment expliqué.

En résumé :

Une ligne *lumineuse* engendre, en apparence, une surface circulaire de lumière, *quand elle tourne assez vite autour d'une de ses extrémités, pour décrire la circonférence entière en un dixième de seconde de temps.*

Ceci est un point de fait, lié à la conformation, à la sensibilité de l'œil humain. Les choses sont ainsi, mais elles auraient pu être autrement : l'expérience seule devait faire connaître la vérité.

La vérité expérimentale une fois établie ; un *dixième de seconde* par tour étant, dans la rotation d'UNE ligne, la moindre vitesse indispensable à la production d'une aire circulaire de lumière continue, il en résulte nécessairement, mathématiquement, que les moindres vitesses de rotation avec lesquelles 10, 100, 200 lignes également espacées entre elles produiront le même effet en tournant autour de leur commune intersection, seront 10 fois, 100 fois, 200 fois moindres que dans le cas d'une ligne unique, c'est-à-dire

qu'elles correspondront à *une* seconde, à 10 ou à 20 secondes par tour entier.

Rien, dans tous nos raisonnements, n'implique que les lignes rotatives brillent d'une lumière propre. On doit donc s'attendre à observer des phénomènes identiques, soit qu'on fasse tourner des lignes lumineuses par elles-mêmes, ou des lignes lumineuses par réflexion; il faut seulement, dans ce dernier cas, que les lignes soient d'une telle nature, d'une telle forme ou tellement disposées relativement à la lumière éclairante, que l'œil puisse les apercevoir *également* dans toutes les positions qu'elles prennent en tournant. Tels seraient, par exemple, *les rais plats et non polis* d'une roue en argent mat; *les rais plats et non polis* d'une roue de quelque nature qu'elle fût, couverts d'une couche de blanc de céruse, etc., les uns et les autres éclairés de face par un réverbère, par une lampe à double courant d'air ou, même, par une simple bougie. Les rais n'étant pas polis, ne feraient l'office de miroir dans aucune de leurs positions. On les verrait, seulement, par cette sorte de lumière que les corps éclairés s'assimilent pour nous la restituer *dans tous les sens,* ou à l'état de lumière diffuse : le vermillon, avec une teinte prononcée; le laiton avec une nuance jaune évidente; l'argent mat et le blanc de céruse, avec une blancheur parfaite, etc. Un rais d'argent mat tournant autour d'une de ses extrémités en $\frac{1}{10}$ de

seconde, engendrera une surface circulaire blanche; 4, 10, 100 rais de la même matière également espacés, produiront le même effet, s'ils tournent, respectivement, en $\frac{4}{10}$ de seconde, en *une* seconde, en 10 secondes.

Tenons-nous, un moment, à ce dernier cas : à celui où 100 rais minces de métal, formant entre eux des angles égaux, donnent naissance, pour l'œil, à une surface de lumière circulaire. Cet effet commence à se manifester quand la vitesse de rotation est d'un tour par 10 secondes. Une vitesse moindre ne suffirait pas; mais toute vitesse plus grande, quelque grande qu'elle fût, conduirait mieux encore, s'il est possible, au même résultat.

Dans le nombre infini de vitesses plus grandes que celle qui est strictement nécessaire pour que les rais tournants paraissent être une surface continue, faisons un choix, afin de fixer les idées; Supposons que nos 100 rais fassent un tour entier en $\frac{1}{10}$ de seconde, ce qui est une vitesse très facile à obtenir. Chaque rais emploiera alors le centième de cette quantité ou $\frac{1}{1000}$ de seconde, pour aller d'une quelconque de ses positions à celle qu'occupe au même moment le rais précédent.

Retenons bien ce nombre (*un millième de seconde*), et introduisons dans notre expérience une dernière condition. Supposons que la lumière qui éclaire les

100 rais de la roue tournante, que la lumière sans la présence de laquelle ces rais ne se verraient pas, puisqu'ils ne sont point lumineux par eux-mêmes, ne brille pas d'une manière continue. Admettons que tournant toujours uniformément dans l'obscurité, avec la vitesse convenue d'un tour à chaque dixième de seconde, la roue soit éclairée par une lumière qui ne se montre qu'un instant. Eh bien! c'est la longueur de cet instant, c'est la durée de l'apparition de la lumière éclairante, qui déterminera si la roue éclairée apparaîtra sous la forme d'une roue véritable ayant du centre à la circonférence des pleins et des vides, des secteurs brillants et des secteurs obscurs, ou sous la forme d'une surface continue également lumineuse partout.

Mettons, d'abord, que la lumière ne frappe la roue tournante, qu'un instant *infiniment court*. Cette lumière ne saisira, n'éclairera les divers rais que *dans une seule de leurs positions*. Chaque rais, sur cette position *unique* et spéciale, produira dans l'œil une image dont nous avons expérimentalement fixé la durée à *un dixième de seconde*. La roue tournante sera donc aperçue pendant un dixième de seconde, sous sa véritable forme et comme si elle était immobile.

Passons à une autre supposition que j'appellerai *extrême*. (Cette expression sera bientôt justifiée.) Admettons que la lumière éclairante *ait duré un millième* de seconde.

Un *millième* de seconde est, par hypothèse, le temps que chaque rais emploie à passer d'une de ses positions à celle qu'occupe *au même moment* le rais qui le précède. Dans ce court intervalle de temps, il n'y aura donc pas à l'intérieur de la roue tournante, une seule *ligne idéale* allant du centre à la circonférence; il n'y aura pas *un seul rayon* (c'est le terme géométrique), qui, chacun à son tour, ne soit occupé par l'un ou par l'autre des rais matériels; il n'y aura pas une de ces mille et mille positions, où les rais ne reçoivent l'action de la lumière éclairante, où ils ne doivent aller former une image dans l'œil. Ces images, qu'on se le rappelle bien, durent un dixième de seconde, c'est-à-dire cent fois plus de temps qu'il n'en faut pour que *tous les rayons géométriques* de la roue aient lancé une ligne lumineuse à l'observateur. Ainsi, dans un certain moment, toutes les lignes lumineuses en question se verront simultanément; ainsi, la roue, quoiqu'elle se compose de vide et de plein, paraîtra une surface continue, éclairée sur tous ses points.

Si maintenant, on essayait d'appliquer les mêmes considérations, au cas où la durée de la lumière serait moindre que le temps dont chaque rais a besoin pour se transporter, en tournant autour du centre de la roue, d'une de ses positions à celle qu'occupe au même moment le rais qui le précède, chacun verrait, sans difficulté, combien les résultats de l'expérience devraient être différents. Mettons, par exemple, que la durée de l'apparition de la lumière, ne s'élève qu'à

la moitié de la précédente ; qu'elle ne soit que *d'un* DEMI-*millième de seconde.*

En *un* DEMI-*millième* de seconde, chaque rais matériel parcourt, seulement, la moitié de l'intervalle angulaire compris entre une de ses positions et la position simultanée du rais qui le précède. Quand la lumière se montre, chaque rais mobile est saisi, est éclairé dans une de ses positions ; quand elle disparaît, chaque rais n'est encore parvenu qu'à la moitié de la course qu'il avait à parcourir pour atteindre la position du rais précédent. A l'instant *mathématique* du surgissement de la lumière, tous les rais comprenaient entre eux certains secteurs. Eh bien! il y a, précisément, *la moitié* de chacun de ces secteurs, dans laquelle aucun rais n'a pénétré pendant la durée que nous venons d'assigner à l'apparition de la lumière. Tous ces espaces, vides de matière, n'ont pu réfléchir vers l'observateur aucun rayon de la lumière éclairante; conséquemment, la roue a dû paraître composée de la réunion d'une série de secteurs alternativement obscurs et lumineux.

Ceux qui n'ignoraient pas que la sensation engendrée dans l'œil par l'action d'une lumière quelconque, dure encore un peu de temps après que la lumière a réellement disparu, devaient, ne fût-ce qu'à raison de cette circonstance, ne pas trop espérer une solution exacte de la question posée en tête de ce long chapitre; et, cependant, en définitive, l'obstacle apparent est devenu, lui-même, le moyen d'investigation ; et

nous sommes arrivés à opérer sur de simples *millièmes* de seconde, mieux qu'on ne pourrait vraiment le faire, par les moyens habituels, sur les secondes entières. Qu'on réfléchisse, un moment, aux détails de l'expérience, et mon assertion ne paraîtra pas exagérée.

Je veux savoir la durée de chacun des éclairs qui sillonnent le ciel pendant une nuit obscure. En face de la région où existe l'orage, j'établis une roue en métal portant cent rais déliés. Un mouvement d'horlogerie lui donne la vitesse continue et régulière de dix tours par seconde de temps, ou d'un tour entier par dixième de seconde. Je me place en observation entre la roue et les nuées orageuses, de manière cependant, à ne pas empêcher la lumière des éclairs d'arriver librement à la roue tournante. Cette roue je ne l'aperçois pas ordinairement puisque, par hypothèse, tout est dans l'obscurité. Un éclair se montre; à cet instant la roue est éclairée; je dois donc la voir, et je la vois, en effet, mais dans des conditions différentes suivant la durée de l'éclair. L'éclair n'a-t-il brillé que pendant un temps *infiniment court?* la roue se sera montrée, durant un dixième de seconde, comme *cent rais lumineux,* immobiles, et de la largeur apparente des rais véritables.

L'éclair a-t-il duré *un millième* de seconde? La roue aura semblé être *un cercle, plein de lumière du centre à la circonférence.*

A des durées de l'éclair d'*un demi-millième de seconde*, d'*un tiers*, d'*un quart*, d'*un cinquième*, etc.,

de millième de seconde, correspondront des apparences circulaires où il y aura respectivement, *un demi, deux tiers, trois quarts, quatre cinquièmes de la surface totale du cercle,* complétement privés de lumière.

En faisant la roue tournante de plus en plus grande, l'échelle superficielle des mesures deviendra tout aussi étendue, tout aussi appréciable qu'on le désirera. Ajoutons qu'en variant la vitesse de rotation, on peut même se soustraire à la nécessité d'*évaluer à l'œil* le rapport de la partie éclairée à la partie obscure; qu'on peut tout réduire à la détermination de la vitesse sous laquelle le cercle paraît entièrement éclairé. Une vitesse de la roue d'un dixième de seconde par tour, ne donne-t-elle pas lieu à un cercle *continu* de lumière? On augmente graduellement cette vitesse, de manière qu'enfin le cercle continu apparaisse. Si cet effet ne commence à se réaliser qu'au moment où la vitesse de la roue est d'un tour par *un demi* ou par *un tiers de dixième de seconde,* ce sera la preuve que l'éclair n'aura eu qu'une durée d'un *demi* ou d'un *tiers de millième de seconde,* et ainsi de même pour tous les autres nombres qu'on pourrait trouver.

Parvenus au terme de cette longue et minutieuse explication, disons qu'après avoir multiplié autant que possible les rais de la roue; qu'après avoir eu recours aux plus grandes vitesses qu'on puisse déduire avec sûreté et uniformité de l'emploi des engrenages, la roue tournante présentée, dans des temps d'orage, aux éclairs de la première ou de la seconde classe,

n'a jamais paru une surface continue ; que ses rais se voyaient aussi nettement, aussi distinctement que si la roue était en repos ; qu'ils ne paraissaient aucunement élargis. Nous resterons fort en-deçà de la conséquence que cette expérience autoriserait, en nous bornant à dire que les éclairs les plus brillants, les plus étendus de la première et de la seconde classe, même ceux qui paraissent développer leurs feux sur toute l'étendue de l'horizon visible,

N'ont pas une durée égale *à la millième partie d'une seconde de temps!* (1).

§ (G).

Des nuages orageux sont-ils jamais lumineux d'une manière continue?

L'obligation que je m'étais imposée en commençant à écrire l'*histoire du tonnerre*, de consulter tous les mémoires où je soupçonnerais qu'il serait question dn météore, quelque obscurs, quelque dédaignés que ces mémoires pussent être, m'a conduit à exhumer

(1) M. *Wheatstone*, à qui l'on doit les ingénieuses expériences dont je viens de rendre compte, est parvenu à l'aide d'nne modification très importante de son bel appareil, à constater que l'étincelle électrique de nos machines, ne dure pas *la millionnième partie* d'une seconde. On doit vivement désirer que ces nouveaux moyens d'investigation, soient appliqués avec persévérance à l'étude des éclairs. De grandes découvertes en seront probablement le fruit.

un fait dont il y a vraiment lieu de s'étonner qu'on n'ait pas mieux apprécié l'importance. Ce fait, le titre du chapitre l'indique assez, c'est l'*émission*, non pas intermittente, *mais l'émission* CONTINUE *de lumière à la surface de certains nuages;* ce fait, je le trouve consigné de la manière la plus nette, à la date du 15 août 1781, dans un mémoire de *Rozier*, et à celle du 30 juillet 1797, dans un mémoire de *Nicholson*.

Le 15 août 1781, après le coucher du soleil, le ciel, à *Béziers*, se couvrit de nuages; à $7^h \frac{3}{4}$ le tonnerre commença à se faire entendre; à $8^h 5^m$ il était complétement nuit, et l'orage avait acquis une très grande intensité : « C'est à ce moment, dit Rozier, » qu'en examinant la direction et l'effet des éclairs, » j'aperçus derrière le penchant de la colline qui d'un » côté termine la vue de ma maison, un point lumi- » neux.... Ce point *lumineux* acquit peu à peu du » volume et de l'étendue; il forma insensiblement » une zone, une *bande phosphorique* qui se montrait à » mes yeux sous une hauteur de trois pieds; elle » finit par soutendre à mon œil un angle de 60 » degrés.

» Sur cette première *zone lumineuse* il s'en forma » une seconde de la même hauteur, mais qui n'avait » que 30 degrés d'étendue, c'est-à-dire la moitié de » celle de la zone inférieure. Entre deux resta un » vide dont la hauteur égalait celle d'une des deux » zones prise séparément....

» On remarquait dans l'une comme dans l'autre » zone, des irrégularités, à peu près comme sur les » bords des gros nuages blancs avant-coureurs de » l'orage. Ces bords n'étaient pas tous *également lu-* » *mineux,* quoique le centre des zones offrît une » *clarté uniforme.* Pendant le temps que les zones » avançaient vers l'est.... la foudre, à trois reprises » différentes, s'élança de l'extrémité de la zone » inférieure, » mais sans produire de détonnation appréciable.

Les zones lumineuses ne tenaient pas à la masse générale des nuages orageux; elles étaient beaucoup plus près de terre : « Le phénomène *brilla* depuis » 8^h 5^m jusqu'à 8^h 17^m (c'est-à-dire pendant près d'un » quart d'heure); » à 8^h 17^m un coup de vent du sud éloigna l'orage de Béziers.

Écoutons maintenant *Nicholson :*

« Le 30 juillet 1797 je me levai à 5 heures du » matin. Le ciel, excepté vers le sud, était alors » couvert de nuages très denses qui couraient avec » une grande rapidité vers l'ouest sud-ouest. Des » éclairs se montraient fréquemment au nord-ouest » et au sud-ouest.... Ils étaient suivis après 11 ou » 12 secondes, de violents coups de tonnerre. Les » parties les plus basses, les plus ondulées, les plus » déchiquetées des nuages, *étaient* CONSTAMMENT *teintes en rouge* et j'appris que cette teinte avait encore » beaucoup plus de vivacité avant qu'il m'eût été » possible de l'observer..... A ¼ heures un quart,

» au moment d'une grande obscurité, on eût dit des
» maisons placées en face de celle où je demeure,
» qu'on les regardait à travers un verre bleu d'une
» teinte foncée; en portant les yeux au ciel, je vis les
» nuages d'un bleu de plomb très intense. »

Ces deux observations, celle surtout de *Rozier*, car elle ne peut donner lieu à aucune équivoque, ne me semblent pas sans quelque analogie avec une remarque de *Beccaria* que je recommanderai aussi à l'attention des observateurs, ne fût-ce qu'à titre de conjecture ou d'objet de recherche.

« Il m'est arrivé très fréquemment, dit le phy-
» sicien de Turin, dans des nuits entièrement obs-
» cures, particulièrement en hiver, de voir des
» nuages épars, s'agglomérer et former ensuite dans
» leur ensemble un nuage général, uniforme, à
» surface unie et d'une densité en apparence peu
» considérable. De tels nuages *répandent dans tous*
» *les sens une lueur rougeâtre,* sans limites définies,
» mais assez intense pour qu'elle m'ait permis de
» lire des livres imprimés en caractères ordinaires
» (*mediocre carattere*). Les clartés nocturnes pro-
» venant des nuages, je les ai surtout observées dans
» les nuits d'hiver, entre deux averses de neige . . .
» Quant à moi, je les attribue à la matière de la
» foudre (feu électrique), car c'est à elle qu'il ap-
» partient universellement de former les nuages gé-
» néraux, sans ondulations apparentes. Cette matière
» circulant dans les vapeurs, en quantité un tant

» soit peu plus considérable qu'elles ne peuvent en
» transmettre, doit se manifester à l'état lumineux,
» ainsi que le constatent tant d'expériences de cabinet.
» S'il existe des traits de lumière très déliés et ex-
» trêmement fréquents, dans tous les points où les
» vapeurs présentent de légères variations de densité,
» il ne saurait évidemment manquer d'en résulter
» une lueur générale sans limites définies. »
(*Dell' Elettricismo terrestre atmosferico ;* p. 288.)

Certaines matières étrangères qui se mêlent quelquefois à notre atmosphère, lui communiquent la faculté phosphorescente à un très haut degré. Un mémoire de M. *Verdeil,* médecin de *Lausanne,* nous apprend, par exemple, que le célèbre *brouillard sec* de 1783, « répandait, la nuit, une lumière qui per-
» mettait de voir les objets à une certaine distance
» et qui s'étendait également sur tout l'horizon.
» Cette lumière ressemblait assez à celle de la lune,
» lorsque étant dans son plein cet astre se cache der-
» rière un nuage épais, ou que le ciel est couvert.»

Le *brouillard sec* de 1783, était le foyer, la cause, peut-être, de fréquents orages. L'ouvrage si peu lu de *Deluc*, intitulé : *Idées sur la Météorologie*, nous apprend que des nuages peuvent devenir lumineux sans qu'on ait trop le droit d'en chercher l'explication dans de petites fulgurations sans cesse renouvelées. Voici le passage du physicien génevois :

« Me retirant chez moi à Londres, vers les 11

» heures d'un soir d'hiver, l'air étant très serein,
» sans être bien froid, et n'y ayant point de clair de
» lune, je vis une *pommelure lumineuse,* formant une
» zone de plusieurs degrés de largeur, qui s'étendait
» à peu près d'orient en occident, passant à 30 ou 40
» degrés du zénith du côté du sud, et atteignant
» presque l'horizon de part et d'autre. Je loge très
» près de la campagne, ce qui me rendit facile d'ob-
» server ce phénomène dans toute son étendue, et je
» le fis, du moment où je commençai à l'apercevoir
» jusqu'à la fin. Cette espèce de nue, aussi brillante
» dans toute sa longueur qu'une nue mince devant
» la lune, cachait d'abord toutes les étoiles. Peu à
» peu, sa *pommelure* se discerna mieux, et les étoiles
» parurent dans les intervalles des pelotes; je les
» aperçus ensuite dans les pelotes mêmes, qui ne res-
» semblaient plus qu'à de la gaze; et enfin, au bout
» d'environ dix minutes elle se dissipa presque par-
» tout en même temps. Il y avait là quelque *décom-*
» *position phosphorique;* car, d'où aurait procédé cette
» lumière, qui partait de toute la nue? Mais il n'y
» avait pas le moindre signe *électrique,* car tout
» était en repos, à l'exception d'un petit mouvement
» qu'avait l'ensemble de cette zone. »

Lorsqu'on a réfléchi sur l'énorme affaiblissement que les nuages font éprouver, dans certains jours d'hiver, *à la lumière éblouissante du soleil,* on a tout lieu d'être surpris qu'après le coucher de cet astre, qu'à nuit close, qu'à minuit même, le ciel étant resté

également couvert, il fasse assez clair, en plein champ, pour que chacun puisse se diriger et ne pas aller se heurter contre une multitude d'obstacles. Il ne paraît guère possible d'admettre que la lumière ou, si l'on veut, que la lueur diffuse dont nous tirons tant d'avantage la nuit par un ciel entièrement couvert, provienne des étoiles. Mais l'origine stellaire une fois exclue, nous n'avons plus qu'une seule ressource pour expliquer les faits : c'est de supposer que *tous* les nuages sont lumineux par eux-mêmes. Il n'y aurait entre eux de différence que du plus au moins. Au plus haut terme de l'échelle figureraient les nuages observés par *Rozier*. Plus bas, et à une assez grande distance, ceux de *Nicholson;* plus bas encore, les nuages neigeux de *Beccaria*. Enfin, le dernier terme de l'échelle se composerait des nuages denses, épais, dont le ciel est couvert dans les nuits les plus sombres d'hiver, et qui font cependant qu'à minuit, l'obscurité en plein air, n'est jamais aussi forte que celle d'un souterrain ou d'un appartement sans fenêtres (1).

---

(1) Nous ne voulions d'abord toucher qu'à un très petit point d'un simple phénomène météorologique, mais telles sont les connexions nécessaires des différentes sciences, que, sans y penser et sans le vouloir, nous avons pénétré, je crois, quelque peu, dans un des plus grands problèmes de la philosophie naturelle. J'appelle ainsi la question de savoir par quel artifice notre Soleil brille depuis tant de siècles sans rien perdre de son éclat. Les combustion ordinaires sont inconciliables avec une pareille constance.

§ (H).

Du tonnerre proprement dit, ou du bruit que fait entendre la foudre quand elle s'échappe des nuages.

A l'apparition des éclairs succède ordinairement, après des intervalles de temps plus ou moins longs, des bruits que tout le monde a entendus, mais sans assez remarquer, peut-être, les caractères divers qui les distinguent suivant les circonstances.

Lucrèce donnait, ce me semble, une idée fort exacte de *certains éclats* de la foudre, quand il les comparait à l'*aigre cri du papier qui se déchire* (livre VI).

Je n'oserais pas affirmer qu'on ait beaucoup ajouté à l'exactitude de l'assimilation, en substituant *le déchirement brusque d'une forte étoffe de soie*, à celui du papier ou du parchemin.

A la longue, la matière combustible et la matière comburante auraient dû, en effet, s'épuiser. Regardons la phosphorescence comme une conséquence nécessaire de l'état gazeux et nuageux ; supposons, de plus, que le Soleil soit entouré d'une couche continue de nuages, et la difficulté disparaîtra, car les émissions phosphorescentes n'impliquent pas indispensablement une déperdition de matière. Il suffirait, peut-être, d'étendre à toute une atmosphère, l'état observé par *Rozier* dans diverses parties des nuages orageux de *Béziers*, pour arriver à quelque chose de ressemblant à l'éclat du Soleil. Si mes conjectures étaient fondées, *Nicholson* se trouverait avoir saisi, à quelques minutes d'intervalle, les deux constitutions atmosphériques qui donnent naissance aux étoiles rouges et bleues.

Quelquefois, le bruit du tonnerre paraît *clair et sec*, comme celui d'un simple coup de pistolet.

Plus généralement, il est *plein et très grave*. Des observateurs prétendent même qu'il devient de plus en plus grave à mesure que le retentissement se prolonge. Des musiciens exercés pourront seuls décider cette question.

Dans les phénomènes du tonnerre, deux circonstances semblent bien dignes d'attention : d'une part, sa longue durée; de l'autre, les diminutions et les accroissements successifs d'intensité qui se renouvellent si fréquemment pendant le retentissement d'un seul et même coup, d'une seule et même détonation. Aussi, ce n'est pas par hasard que l'expression *roulement* du tonnerre a été généralement adoptée; ce n'est pas non plus sans raison qu'on a assimilé ce roulement au bruit qu'engendre une lourde charrette qui descend rapidement un chemin très rocailleux (1). Nous examinerons bientôt si des

---

(1) Personne ne s'étonnera, j'espère, que je dise ici comment on est parvenu, sur certains théâtres, à imiter, à l'aide de procédés très simples, non-seulement les tonnerres éloignés qui produisent une sorte de bourdonnement presque uniforme, mais encore les éclats brusques, secs, saccadés, par lesquels se distinguent les tonnerres voisins.

L'opérateur se sert pour cela, d'une lame mince et quadrangulaire de tôle, d'un mètre de long sur un demi-mètre de large, qu'il saisit par un de ses angles entre le pouce et l'index. Il lui suffit ensuite de donner à sa main, sur elle-même, un mouvement de

échos jouent dans tout ceci, le rôle principal ou seulement un rôle secondaire. En attendant, je rapporterai ce que j'ai pu recueillir de certain, sur la plus longue durée du roulement d'un tonnerre observé en pays de plaine *et correspondant à un seul éclair*. On voudra bien donner quelque attention aux paroles soulignées, car le tonnerre, même dans nos climats, fait quelquefois entendre un bruit continu pendant des heures entières : alors, les éclairs se succèdent presque sans interruption.

Je trouve, dans les registres d'observations faites *à Paris*, par *de L'Isle*, à la date :

Du 17 juin 1712, un tonnerre dont le roulement dura ..... 45 secondes.

Le même jour, les plus forts résultats, après celui que je viens de rapporter, furent :

41, 36 et 34 secondes.

Dans les observations suivantes, du 3, du 8 et du 28 juillet, *de L'Isle* trouva au maximum des durées

de 39, de 38, de 36 et de 35 secondes.

Ceux qui n'ont point étudié les orages en météorologistes, en physiciens, ignorent peut-être que le bruit de chaque détonnation n'a pas toujours son

---

rotation oscillatoire, de manière que l'angle saisi soit fléchi tantôt dans un sens et tantôt dans le sens opposé. En variant la rapidité de ces alternatives, on arrive à reproduire toutes les modifications possibles du bruit du tonnerre.

maximum d'intensité au début. Le tonnerre commence souvent par un roulement sourd, auquel succèdent de bruyants éclats, suivis eux-mêmes d'un roulement dont l'affaiblissement est rapide, mais graduel. Ce seront, pour certaines faces de la théorie, d'excellentes pierres de touche, que les évaluations numériques des intervalles compris entre les faibles commencements de certains tonnerres et leurs périodes retentissantes. Malheureusement la science en possède encore très peu. Celles que je vais rapporter appartiennent encore à *de L'Isle*, dont il faut s'étonner que le travail n'ait jamais été cité.

Le 17 juin 1712, un orage gronde sur *Paris;*
A 0 *seconde*, un éclair se montre;
A 3 *secondes*, le tonnerre commence à se faire entendre très faiblement;
A 12 *secondes*, il éclate;
A 19 *secondes*, il finit doucement.

Il ne s'écoula donc pas moins de 9 *secondes*, entre le commencement du tonnerre et celui de ses éclats.

Voici un second exemple correspondant à la date du 21 juillet :

A 0 *seconde*, éclair;
A 16 *secondes*, le bruit commence faiblement;
A 26 *secondes*, le tonnerre éclate;
A 32 *secondes*, il finit doucement.

Les citations qui suivent auront sur les précédentes

l'avantage de faire connaître la durée des éclats.

Le 8 juillet 1712 :

A 0 *seconde*, éclair;

A 11 *secondes*, le tonnerre commence doucement;

A 12 *secondes*, il éclate;

A 33 *secondes*, les éclats cessent;

A 50 *secondes*, le bruit finit doucement.

Le lecteur remarquera que *la durée des éclats* fut de 21 *secondes*.

8 juillet :

A 0 *seconde*, éclair;

A 11 *secondes*, le tonnerre commence doucement;

A 12 *secondes*, il éclate;

A 38 *secondes*, il cesse d'éclater;

A 47 *secondes*, il finit doucement.

La durée des éclats s'est élevée ici à près d'une demi-minute.

Je citerai encore un cas, parce qu'il nous offrira la circonstance nouvelle d'un redoublement de force pendant les éclats :

A 0 *seconde*, éclair;

A 10 *secondes*, le tonnerre commence très doucement;

A 13 *secondes*, il éclate;

A 20 *secondes*, *les éclats redoublent d'intensité;*

A 35 *secondes*, les éclats cessent;

A 39 *secondes*, le tonnerre finit doucement.

L'intensité du tonnerre, et par là j'entends celle de sa période la plus éclatante, offre d'étonnantes variations.

Le révérend *William Paxton* écrivait au docteur *Milles*, doyen d'*Exeter*, au sujet du coup de tonnerre qui renversa, le 2 mars 1769, l'un des *pinacles* de la tour de *Buckland-Brewer*, que ce coup produisit une détonation égale au moins à celle de CENT pièces de canon qui seraient parties à la fois.

D'autre part, je lis dans les notes dont je suis redevable à MM. les capitaines *Peytier* et *Hossard*, qu'aux *Pyrénées*, des coups de tonnerre qui partaient à côté d'eux, au milieu même des nuages dans lesquels ils étaient plongés, engendraient des bruits sourds, des bruits semblables à ceux d'une masse de poudre non comprimée qu'on enflammerait en plein air.

Les *boules fulminantes* produisent quelquefois les plus violentes détonations. Lorsqu'une de ces boules frappa le vaisseau *le Montague* en pleine mer, le 4 novembre 1749, le bruit, d'après la relation du *Master Chalmers*, fut celui de plusieurs centaines de canons qui partiraient tous à la fois, mais il ne dura pas plus d'une demi-seconde.

Le tonnerre commence à se faire entendre un temps assez long après l'apparition de l'éclair. Tout le monde l'a remarqué, tout le monde d'ailleurs a pu le voir dans les tableaux que j'ai formés d'après les observations de *de l'Isle*. La cause de ce phénomène

est simple ; bientôt nous la discuterons en détail ; ses conséquences auront d'autant plus de prix et d'utilité, que nous aurons opéré sur de plus grands ou sur de plus petits nombres ; cherchons donc quels ont été, *au maximum* ou *au minimum*, les intervalles observés entre un éclair et le tonnerre correspondant.

Le célèbre géomètre *Lambert* ne croyait pas, quant au *maximum*, que les intervalles entre l'éclair et le bruit, s'élevassent jamais à 40 *secondes ;* mais à l'époque où il émettait cette opinion, il aurait pu trouver dans les mémoires de *de l'Isle* publiés à *Pétersbourg*, des résultats notablement supérieurs à la limite qu'il adoptait. Les observations de Paris du 2 mai 1712, donnaient :

42, 48 et 48 *secondes.*

Celles du 6 juin suivant :

47, 48, 48 et 49 *secondes.*

D'une observation du 30 avril se déduisait l'énorme intervalle de..... 72 *secondes.*

Dans les observations de *Chappe*, faites à *Tobolsk* en l'année 1761, je remarque, le 2 juillet, les nombres

42, 45 et 47 *secondes.*

Le 10 du même mois, je trouve

46 *secondes.*

Les moindres intervalles entre l'éclair et le tonnerre

que j'aperçoive dans le très petit nombre d'observations de *de l'Isle*, sont :

3, 4 et 5 *secondes*.

Les observations de *Chappe* donnent plusieurs fois

2 *secondes*.

Ces résultats nous seront peu utiles. Nous pourrions, au contraire, déduire des conséquences curieuses et théoriquement très importantes, d'intervalles qui ne s'élèveraient qu'à une petite fraction de seconde. Des fractions de seconde sont malheureusement difficiles à évaluer et le commun des observateurs ne pense pas devoir en tenir compte. Quand le bruit succède à l'éclair à moins d'une seconde d'intervalle, on déclare, sans autre examen, les deux phénomènes simultanés, tandis qu'il faudrait alors, plus que jamais, apporter de l'exactitude dans les appréciations. Toutefois, en consultant mes propres souvenirs, je suis certain de rester dans les limites de la vérité; je me flatte même de ne m'exposer à la dénégation d'aucun observateur exercé, si je dis que souvent l'intervalle entre l'éclair et le bruit, *n'est pas d'une demi-seconde*.

§ (I).

Fait-il des éclairs sans tonnerre, par un ciel parfaitement serein?

Le phénomène des éclairs sans tonnerre par un ciel parfaitement serein, est trop connu, trop généralement constaté, pour qu'il soit nécessaire d'apporter, sur ce point, le témoignage d'aucun météorologiste. Qui n'a vu, qui n'a remarqué, en effet, dans nos climats les *éclairs de chaleur*. *Bergman* nous apprend qu'en Suède, où ils sont aussi très communs, les campagnards les appellent *éclairs de l'orge*, (*kornbleck*), à cause que d'ordinaire ils se montrent en août, quand l'orge commence à mûrir.

On s'est trompé en affirmant que les éclairs de chaleur restent toujours concentrés dans le voisinage de l'horizon. Leur lumière se développe quelquefois sur toute l'étendue du ciel visible. Cette remarque ne nous sera pas inutile, quand nous rechercherons si les *éclairs* de chaleur existent par eux-mêmes, ou s'ils sont seulement des éclairs réfléchis.

§ (J).

Y a-t-il jamais des tonnerres sans éclairs?

Sénèque assure qu'*il tonne quelquefois sans qu'il éclaire*. (*Quest. nat.*, liv. II, § 18.)

J'ai honte d'avouer que pour l'Europe je serai

presque réduit à l'assertion de *Sénèque*. Les tonnerres sans éclairs, malgré les points de théorie dont ils peuvent fournir la solution, ont peu excité l'attention des observateurs ; leurs registres n'en font jamais mention. Au surplus mes citations, en quelque lieu que je doive les prendre, ne pourront guère laisser de doute sur la généralité du phénomène.

A la date d'octobre 1751, *Thibault de Chanvalon* écrivait, à la *Martinique*, dans son registre d'observations météorologiques : « De huit jours qu'il a » tonné dans ce mois, il y en a eu deux *sans éclairs*. » En novembre je lis : « Tonnerre un seul jour ; trois » coups un peu forts, mais *sans éclairs*. »

Le 19 mars 1768, près de *Cosséir*, sur la mer Rouge, un violent coup de tonnerre jeta l'épouvante parmi les matelots de la petite barque sur laquelle le voyageur *James Bruce* s'était embarqué. Ce coup de tonnerre *n'avait été précédé d'aucun éclair*.

§ (K).

Y a-t-il jamais, PAR UN TEMPS COUVERT, *des éclairs sans tonnerre ?*

Cette question doit être résolue affirmativement. Au besoin, je pourrais m'appuyer d'un témoignage bien ancien : de celui de *Lucrèce*. Dans le sixième livre du célèbre poème *sur la nature des choses*, chacun peut lire (vers 216 et 217) que d'innocents éclairs

s'échappent *en silence de certains nuages*, et qu'ils ne causent ni trouble ni terreur.

Les éclairs sans tonnerre, *par un temps couvert*, paraissent être communs aux *Antilles*. *Thibault de Chanvalon* en fait mention dans ses observations météorologiques de la *Martinique*. A la date de juillet 1751, je vois sur ses tableaux : « Tonnerre, six jours ; *éclairs sans tonnerre, deux jours.* » A quoi je dois ajouter que, pendant ces deux jours à éclairs sans tonnerre, le ciel était couvert.

Les observations faites à *Rio-Janeiro*, par *Dorta*, et consignées dans les mémoires de l'Académie de *Lisbonne*, ne sont pas moins positives ; elles me donnent :

En 1783..... 24 jours d'éclairs sans tonnerre;
1784..... 48;
1785..... 47;
1787..... 51.

Le journal météorologique tenu en 1826, à *Patna*, dans l'*Inde* (latitude, 25° 37′ nord), par M. *Lind*, conduit à un résultat plus fort encore que ceux de *Rio-Janeiro ;* j'y trouve :

73 jours d'éclairs sans tonnerre.

Si nous avions sous les yeux les observations très détaillées du *Brésil* et de l'*Inde*, peut-être les nombres précédents subiraient-ils quelque réduction ; peut-être trouverions-nous que dans nos énuméra-

tions de *jours d'éclairs sans tonnerre*, il figure des jours sereins. Cependant, comme les tonnerres et les éclairs ne se manifestent guère que dans la saison des pluies, ces réductions ne sauraient être importantes.

Je ne puis pas terminer ce chapitre sans citer quelques exemples d'éclairs sans tonnerre empruntés aux observateurs d'*Europe*.

Quoique je fasse beaucoup moins de cas d'une assertion générale que d'une observation particulière accompagnée de détails minutieux (et parmi ces détails, je vais jusqu'à comprendre la date et l'heure de l'observation), je dirai cependant que dans la dissertation sur le tonnerre, couronnée en 1726 par l'Académie de *Bordeaux*, le *père de Lozeran de Fesc* parle des éclairs *extrêmement vifs* qui, pendant certains orages, s'élancent des nuages dans tous les sens et presque sans interruption, sans donner lieu à aucun bruit appréciable.

Voici, maintenant, une observation de *Deluc* le jeune. Le 1er août 1791, après le coucher du Soleil, le ciel, vu de *Genève*, paraissait couvert à l'ouest au-dessus du *Jura*. Les nuages y étaient traversés par des éclairs resplendissants, et, toutefois, aucun tonnerre ne se faisait entendre. A cela on peut répondre qu'une distance de 3, de 4 ou de 5 lieues suffisait pour amortir entièrement le bruit des détonations. Faisons donc un pas de plus.

Les nuages du *Jura* s'étendirent par degrés jusqu'au zénith de *Genève*. « Alors il en partait encore,

» dit *Deluc*, de tels éclairs qu'ils semblaient devoir » être accompagnés d'un bruit à ébranler le cerveau, » et cependant on n'en entendait presque point. » Un de ces éclairs (*Deluc* ne dit pas que celui-là fût plus brillant que les autres), produisit, au contraire, un bruit épouvantable. Une courte ondée le suivit. « Ensuite il continua à faire des éclairs ; mais, ajoute » *Deluc, je n'entendis plus aucun bruit.* »

Le passage suivant est emprunté aux *meteorological observations and essays* de *John Dalton.*

« *Kendal* (Angleterre), 15 août 1791, entre 8 » et 9 heures du soir. Je ne me rappelle pas avoir » jamais vu à Kendal, autant d'éclairs dans un si » court espace de temps. On entendit *quelques ton-* » *nerres* (*some thunder*) ; mais ils étaient éloignés. »

§ (L).

Tonne-t-il jamais par un temps parfaitement serein?

Sénèque affirme que *la foudre gronde quelquefois dans un ciel sans nuages* (*Questions naturelles*, liv. I, § 1).

Anaximandre croyait aussi à ce phénomène, puisqu'il en avait cherché la cause (*Questions naturelles*, liv. II, § 18).

Lucrèce, au contraire, dit sans hésiter : « Où le » ciel est serein le bruit ne se fait pas entendre. » (Liv. VI, v. 98.) Et plus loin (v. 245) : « La foudre » n'est engendrée qu'au milieu d'épais nuages en

» tassés les uns sur les autres jusqu'à d'immenses
» hauteurs. Elle ne naît pas sous un ciel complète-
» ment serein ou seulement voilé. »

Senebier parle du tonnerre des jours sereins comme d'un fait reconnu; malheureusement il ne dit pas si sa conviction repose sur des considérations théoriques ou sur des observations directes (*Journal de Physique*, tom. XXX, pag. 245).

Volney est plus explicite. Le 13 juillet 1788, à 6 heures du matin, *le ciel étant sans nuages*, il entendit à *Pontchartrain* (à 4 lieues de *Versailles*), quatre à cinq coups de tonnerre. *Ce ne fut qu'à* 7 heures un quart qu'un nuage parut au sud-ouest. En quelques minutes tout le ciel fut couvert. Peu de temps après il tombait de la grêle grosse comme le poing.

(*Du climat des États-Unis.*)

On s'exposerait à des erreurs, en allant chercher les exemples de jours sereins accompagnés de tonnerres, dans les pays sujets à de forts tremblements de terre. Ces derniers phénomènes, en effet, sont souvent précédés de longs mugissements dont une illusion acoustique, encore mal expliquée, transporte le siége dans l'atmosphère. Voilà pourquoi je n'ai point cité les tonnerres effroyables qu'on entendit par le temps le plus beau, il y a une centaine d'années, à *Santa-Fé de Bogota*, et en commémoration desquels il se dit tous les ans à la *cathédrale, la messe du bruit* (*la missa del ruido*).

§ (M).

La foudre développe par son action dans les lieux où elle éclate, souvent de la fumée, presque toujours une forte odeur qui a été comparée à celle du soufre enflammé.

Si je voulais citer tous les cas dans lesquels l'odeur sulfureuse s'est manifestée, je ferais ici le catalogue presque complet des coups de foudre dont on a été à même, peu de temps après l'explosion, de suivre les effets dans des appartements fermés ; je me bornerai donc à quelques exemples : je citerai, en première ligne, ceux où l'odeur développée était tellement forte qu'on la sentait en plein air.

Wafer, chirurgien de *Dampier*, raconte qu'en traversant l'isthme de *Darien* les ondées qu'il éprouvait « étaient accompagnées d'éclairs et de furieux » coups de tonnerre, et qu'*alors l'air était infecté* » *d'une odeur sulfureuse* capable d'ôter la respiration, » surtout au milieu des bois. »

Dans un autre passage de la relation de *Wafer* je lis : « Après le coucher du soleil (les voyageurs » étaient à la belle étoile sur un monticule), il se » mit à pleuvoir d'une si terrible force, qu'on aurait » dit que le ciel et la terre allaient se confondre. On » entendait à chaque instant d'épouvantables coups » de tonnerre. Les éclairs avaient une odeur de » soufre si intense, que nous en fûmes presque » étouffés. »

Dans ses *Memoirs for a general history of the air*, *Boyle* rapporte qu'à l'époque où il habitait les bords du lac de *Genève*, de violents, de fréquents coups de tonnerre imprégnèrent l'air d'une odeur sulfureuse très intense et qui manqua de suffoquer une sentinelle sur le bord même du lac.

En février 1771, à l'*île de France*, *Le Gentil*, de l'Académie des Sciences, vit la foudre éclater sur un point de la campagne très peu éloigné de la galerie où il se trouvait alors, chez le *comte de Rostaing*. *Quatre heures après la détonation*, et quoiqu'il eût beaucoup plu, *Le Gentil* et M. *de Rostaing*, en passant par hasard près du point foudroyé, sentirent une odeur de soufre très prononcée.

Chacun a pu concevoir pourquoi j'ai placé ici en première ligne les manifestations d'odeurs sulfureuses qui s'étaient opérées en plein air; chacun comprendra à plus forte raison tout l'intérêt qu'il y avait à rechercher si la foudre produit des effets analogues en mer.

Lorsque le vaisseau anglais *le Montague*, fut frappé par un *globe de feu*, le 4 novembre 1749, avec une détonation que le *master Chalmers* assimila à celle qui résulterait de l'explosion simultanée de plusieurs centaines de canons, le navire répandit une si forte odeur qu'*il paraissait n'être qu'une masse de soufre* (*the ship seemed to be nothing but sulphur*). A ce moment, *le Montague* se trouvait par 42° 48′ de latitude nord, et par 13° de longitude occidentale,

ou, ce qui revient au même, à environ 25 lieues des terres les plus voisines.

Le New-York, paquebot de 520 tonneaux, fut frappé deux fois de la foudre dans la journée du 19 avril 1827, par 38° environ de latitude nord et 63° de longitude occidentale comptée de Paris, c'est-à-dire à une époque où sa moindre distance à la terre était de 150 lieues.

Au moment de la première décharge, comme le bâtiment n'avait pas de paratonnerre, il y eut de graves dégâts; cependant, la foudre ayant trouvé sur son chemin des pièces métalliques qui la conduisirent à la mer, rien ne prit feu; cela n'empêcha pas que les cabines *ne s'emplissent d'épais nuages de fumée sulfureuse.*

Quand la seconde explosion arriva, le paratonnerre du *New-York* était en place. Le navire fut un instant resplendissant de lumière comme la première fois, mais il n'éprouva pas de dommage sensible. Néanmoins, les diverses parties du paquebot et particulièrement la cabine des dames *se trouvèrent subitement remplies de vapeurs sulfureuses si épaisses qu'on ne pouvait rien voir à travers.*

Le 31 décembre 1778, à trois heures de l'après-midi, le bâtiment de la Compagnie des Indes, *l'Atlas*, est frappé de la foudre dans la *Tamise*. Un matelot est tué dans les hunes. Le navire paraît un instant tout en feu, mais il n'éprouve réellement aucune avarie perceptible. Seulement, il se répand partout *une forte*

odeur sulfureuse qui dure tout le reste du jour et toute la nuit suivante.

Lorsque, le 18 juillet 1767, le tonnerre pénétra par les tuyaux de six cheminées dans une maison de la rue *Plumet*, à *Paris*, il laissa partout *une odeur suffocante qui prenait à la gorge.*

Le 18 février 1770, long-temps après le coup de foudre qui jeta à terre, sans connaissance, toutes les personnes réunies pour entendre les litanies dans l'église de *Saint-Kevern* (*Cornouailles*), l'église était encore remplie d'une *odeur sulfureuse presque suffocante.*

A la suite du coup de foudre qui produisit beaucoup de malheurs, le 11 juillet 1819, à *Châteauneuf-les-Moustiers* (Basses-Alpes), l'église était remplie d'une fumée noire et épaisse qui ne permettait guère d'y marcher qu'à tâtons.

§ (N).

Des modifications chimiques que la foudre fait subir à l'air atmosphérique.

Après la grande et célèbre expérience dans laquelle *Cavendish* parvint, à l'aide d'une étincelle électrique, à réunir en acide nitrique liquide, les deux éléments gazeux dont se compose l'air que nous respirons, il n'était guère permis de douter que la foudre ne sillonne pas impunément de ses traits enflammés d'immenses étendues d'atmosphère. Peu d'années,

cependant, se sont écoulées depuis l'époque où un chimiste allemand, M. *Liebig*, a soumis cette idée si naturelle à des épreuves décisives.

En 1827, le professeur *de Giessen* publia l'analyse de 77 résidus, obtenus par la distillation de 77 échantillons d'eau de pluie, recueillis dans des vases de porcelaine à 77 époques différentes. Parmi ces 77 échantillons d'eau, 17 provenaient de pluies d'orage. Eh bien ! ces 17 pluies d'orage contenaient toutes de l'*acide nitrique* en plus ou moins grande quantité, combiné à de la chaux ou à de l'ammoniaque. Dans les autres échantillons, au nombre de 60, M. Liebig n'en trouva que 2 où il existât des *traces*, de *simples traces*, d'acide nitrique.

Voilà donc la matière fulminante réalisant une des plus brillantes expériences de la chimie moderne. Ces réunions subites de l'*azote* et de l'*oxigène* que l'illustre chimiste anglais opérait en vases clos, la foudre les détermine dans les hautes régions de l'atmosphère. Il y a là pour les physiciens et pour les chimistes, un vaste et important sujet d'expériences. Il faudra examiner si, toutes les autres circonstances restant égales, les quantités d'acide nitrique engendrées pendant les orages, ne varient pas avec les saisons, avec la hauteur et par conséquent aussi avec la température des nuées d'où la foudre s'élance ; il faudra rechercher aussi, si dans les régions inter-tropicales où pendant des mois entiers le tonnerre gronde chaque jour avec tant de force, l'acide nitri-

que créé par la foudre aux dépens des deux éléments gazeux de l'atmosphère, ne suffirait pas à l'entretien des nitrières naturelles dont l'existence, dans certaines localités où les matières animales ne se voyaient nulle part, était pour la science une véritable pierre d'achoppement. Peut-être qu'en se livrant à ces investigations savantes, on découvrira aussi l'origine encore cachée de quelques autres substances, de la chaux, de l'ammoniaque, etc., que M. *Liebig* a trouvées dans les eaux provenant des pluies d'orage. Mais, ne parvînt-on à éclaircir que la seule question des nitrières naturelles, ce serait déjà beaucoup de gagné. Ne voit-on pas, au surplus, tout ce qu'il y aurait de piquant *à prouver* que la foudre prépare, qu'elle élabore dans les hautes régions de l'air, le principal élément de *cette autre foudre* (la poudre à canon) dont les hommes font un si prodigieux usage pour s'entre-détruire.

§ (O).

La foudre opère souvent la fusion des pièces de métal qu'elle va frapper.

Ce chapitre se composerait de bien peu de lignes, s'il s'agissait d'établir seulement que la foudre met instantanément en fusion, les *minces* lames ou les *minces* fils de métal qu'elle rencontre sur sa route. Mais il importe extrêmement de connaître l'étendue de cette faculté, de rechercher quelles sont les plus

grandes épaisseurs de tels ou tels métaux que la foudre ait jamais fondues, d'assigner à ce curieux phénomène, non ses limites possibles, mais ses limites observées, et cela en étendant l'investigation à tous les temps et à tous les pays.

Dans sa *Météorologie*, liv. III, chap. 1er, *Aristote*, après avoir fait l'énumération des diverses espèces de foudres que les anciens distinguaient, dit en parlant des effets d'une d'entre elles : « On a vu le » cuivre d'un bouclier (mot à mot *la cuivrure*), se » fondre sans que le bois (qu'il recouvrait) en fût » endommagé. »

La propriété dont jouit la foudre de fondre les métaux, est mentionnée aussi par *Lucrèce*, *Sénèque*, *Pline*. Ils citent spécialement, le fer, l'or, l'argent, le bronze, le cuivre. La bizarrerie remarquée par *Aristote* à l'égard du bois, s'était offerte aux philosophes de Rome, dans des circonstances analogues. « L'ar- » gent, dit *Sénèque*, se fond sans que la bourse qui le » contient soit endommagée..... L'*épée se liquéfie* » dans le fourreau qui demeure intact. *Le fer* des ja- » velots *coule* le long du bois, et le bois ne prend » pas feu. »..... *Pline* assure que « de l',or du cuivre, » de l'argent, contenus dans un sac, peuvent être » fondus par la foudre, sans que le sac soit brûlé, » sans que la cire qui le ferme, empreinte d'un ca- » chet, ait été ramollie. » *Lucrèce* parle de la liquéfaction de l'airain.

A moins qu'on ne suppose que la puissance du

tonnerre se soit prodigieusement affaiblie depuis 2000 ans, nous aurons beaucoup à rabattre de ces résultats.

L'*épée se liquéfie dans le fourreau!* Si par là on entend qu'un coup de tonnerre a liquéfié la masse métallique *tout entière* d'une large épée romaine, les observations modernes ne nous présenteront rien de semblable. Si le mot liquéfaction n'entraîne pas nécessairement l'idée d'une fusion générale; s'il a suffi, pour qu'on l'employât, que la lame présentât çà et là ou même dans toute son étendue, des traces d'une fusion limitée en quelque sorte à la superficie, oh! alors, le fait emprunté à *Sénèque* de la fusion de l'épée, même avec la circonstance singulière du *fourreau resté intact,* peut être confirmé par des exemples puisés dans les annales météorologiques de notre temps.

En 1781, M. *d'Aussac* et le cheval qu'il montait, furent tués par un coup de tonnerre dans les environs de *Castres.* M. Garipuy, de l'Académie de Toulouse, ayant, après la catastrophe, examiné attentivement l'épée à poignée d'argent que M. d'Aussac portait, a perçut:

Deux petites parties *fondues* à la coquille de la poignée, l'une dessus, l'autre dessous;

Des marques évidentes, mais *superficielles*, de fusion, à la pointe de la lame, sur un demi-pouce de longueur;

La *fusion, à sa surface,* du bout du fourreau *en fer;*

(ce morceau de fer était aussi percé d'un trou oblong, dans lequel la lame plate et large du canif de M. Garipuy pouvait passer.)

La *fusion, à un pied de la poignée,* du tranchant supérieur de la lame, sur trois lignes de longueur et une ligne et demie de hauteur, avec cette circonstance que, vis-à-vis de la partie fondue, le fourreau était, *non pas brûlé,* mais seulement percé d'un trou d'une ligne de diamètre.

M. de Gautran, qui, au moment de l'explosion, se trouvait à côté de M. d'Aussac et dont le cheval fut aussi tué, avait un gros couteau de chasse sur lequel M. Garipuy remarqua :

Que la petite chaîne en argent qui pendait du pommeau à la garde, avait été fondue près de la garde et s'en était détachée;

Que le pommeau avait été *fondu* sur une surface de trois lignes en carré, dans toute l'épaisseur, d'ailleurs très peu considérable, de l'argent;

Que le tranchant inférieur de la lame, ainsi que le bout du fourreau en argent, avaient été *fondus* vis-à-vis l'un de l'autre sur une ligne et demie en carré, et que dans l'intervalle compris entre ces deux portions fondues et si rapprochées, le fourreau avait été percé et *non brûlé.*

Le lecteur remarquera, sans doute, que sur l'épée de M. d'Aussac, la fusion du métal ne se manifesta pas seulement aux deux extrémités, c'est-à-dire aux deux points d'entrée et de sortie, mais encore dans la

partie par laquelle, suivant toute apparence, la foudre se partagea entre le cavalier et le cheval.

Voilà, dans un seul événement bien authentique, bien observé, fusion d'argent, fusion de deux lames d'épée sans inflammation du fourreau. Mais la fusion des lames n'eut lieu que sur une couche superficielle peu étendue, et dont l'épaisseur, comme on est autorisé à le croire, était excessivement petite. Ces deux circonstances (la dernière surtout) une fois admises, rien de plus simple que d'expliquer, d'après les vrais principes de la propagation de la chaleur, comment les fourreaux des épées restèrent intacts, comment ils ne prirent pas feu. Une comparaison rendra même toute explication superflue.

Il n'est personne qui ayant fait passer *un très mince* fil métallique au *rouge-blanc* en l'enfonçant dans les bords de la flamme d'une bougie ou dans ceux de la flamme d'une lampe d'Argant, n'ait remarqué avec quelle incroyable rapidité ce fil se refroidit quand on le retire. Il ne s'écoule pas une seconde de temps, entre le moment où le métal émettait une lumière resplendissante et celui où il est d'une obscurité complète. Le fil sort à peine de la flamme qu'on peut le prendre impunément entre ses doigts. Ce refroidissement serait plus rapide encore si au lieu de rester suspendu dans l'air, le fil incandescent reposait sur une lame métallique massive à la température ordinaire, sur une lame qui lui *soutirerait* sa chaleur par voie de conductibilité.

Mais ce fil, qu'est-il donc autre chose qu'un des éléments de la *couche* superficielle peu étendue, très échauffée (fondue si l'on veut), qui recouvre subitement une masse métallique à la suite d'un coup de foudre. Cette couche se refroidissant avec une excessive rapidité, il n'y a plus lieu de s'étonner qu'elle n'ait pas enflammé le cuir ou toute autre matière analogue dont étaient formés les fourreaux de l'arme de M. d'Aussac ou des épées des anciens Romains, auxquelles *Pline* et *Sénèque* faisaient allusion.

Les expressions de *Pline* et de *Sénèque* sur la fusion d'une lame d'épée et sur celle de pièces de monnaie, furent long-temps prises avec toute l'extension qu'elles comportent. On admettait que la lame d'épée tout entière avait été fondue; qu'en un clin d'œil, d'épaisses rondelles de cuivre, d'or ou d'argent étaient passées à une complète liquidité. Cela une fois admis, comment concevoir qu'un fourreau en bois eût pu rester rempli d'une lourde masse de fer incandescente sans prendre feu; que le tissu d'une bourse eût subi, sans aucune altération, le contact prolongé du cuivre, de l'argent ou de l'or en fusion? Cette difficulté, qui semblait insurmontable, conduisit *Franklin* à une supposition, sans doute bien étrange, mais qui était une conséquence inévitable des prémisses : il admit que la foudre avait la propriété d'opérer des *fusions froides;* que par son ac-

tion instantanée, les molécules des métaux pouvaient être amenées, sans aucun développement de chaleur, à toute la mobilité que le mot fluidité implique. Plus tard, des observations authentiques et totalement exemptes d'ambiguité, lui firent reconnaître que sa théorie avait été établie sur un fait faux, tant il est vrai que la vieille histoire de la *dent d'or,* renferme un enseignement dont les esprits les plus éminents et les plus lucides peuvent encore tirer quelque profit.

Voici, au surplus, une des observations à l'aide desquelles il a été d'abord nettement prouvé que *les fusions opérées par la foudre ne sont pas froides.*

Le tonnerre tombe le 16 juillet 1759, sur une maison du faubourg de *Southwark, à Londres.* M. *William Mountaine* va aussitôt la visiter. On lui montre la place d'un fil de sonnette qui a été fondu; il en cherche les restes sur le parquet et les découvre principalement le long de la ligne correspondant verticalement à celle que le fil occupait sous le plafond. Ces restes se composaient de très petits globules de fer, *contenus dans des cavités du bois du parquet évidemment brûlées.*

Quoique l'observation, même réduite à ce qui précède, *démontre* suffisamment que la fusion du fil de sonnette s'était opérée par voie d'échauffement, j'ajouterai quelques remarques. Parmi les globules extraits des cavités brûlées du parquet, il s'en trouvait de différentes grandeurs; les plus petits ayant

subi une fusion complète, avaient pris une forme parfaitement sphérique ; les autres s'éloignaient d'autant plus de la sphéricité que leurs diamètres étaient plus grands. La chute de toutes ces particules enflammées, explique très naturellement ces paroles des domestiques qui s'étaient trouvés dans les chambres où des fils furent fondus : « Nous » avons vu tomber dans l'appartement une pluie de » feu ! »

Après l'explosion du tonnerre qui frappa le *New-York*, en 1827, le pont de ce paquebot se trouva parsemé de GLOBULES *de fer qui* BRULÈRENT le bois du pont et celui des lisses en cinquante endroits différents, quoique en ce moment la pluie tombât par torrents et qu'il y eût presque partout de la grêle à une hauteur de six à huit centimètres.

Deux faits ont suffi pour prouver que le tonnerre fond les métaux en les rendant brûlants, à la manière du feu ordinaire. Il nous faut, maintenant, ainsi que je l'ai annoncé, chercher les plus grands effets de ce genre qui aient jamais été produits. Ici les citations devraient abonder ; mais le peu de précision qu'on a malheureusement apportée dans la description des dégâts résultant de la foudre, nous réduira à glaner là où tout nous permettait d'espérer une riche moisson.

Je trouve dans les *Transactions philosophiques* que, d'après un rapport du capitaine anglais *Dibden*, la

foudre en tombant, dans l'année 1759, sur une chapelle de la Martinique :

Réduisit *une barre de fer carrée* de 25 millim. de côté, qui était plantée dans le mur, à l'épaisseur d'un fil très mince.

Si la diminution de diamètre observée par le capitaine Dibden s'opéra, ce qui n'est nullement certain, par voie de fusion, le fait dont nous venons de parler occuperait peut-être le premier rang parmi tous ceux du même genre que les météorologistes ont recueillis de notre temps.

Quand le paquebot *le New-York* reçut un second coup de foudre dans la journée du 19 avril 1827, il y avait au sommet du grand mât une baguette de fer *de* 1 *mètre* 2 *décimètres de long, de* 11 *millimètres de diamètre à sa base,* et qui se terminait à l'extrémité opposée par une pointe très aiguë.

La portion supérieure de cette baguette *que le tonnerre fondit,* formait :

Un cône de 3 *décimètres de long et de* 6 *millimètres de diamètre à la base.*

De la base de la baguette, partait une chaîne en fer semblable à celles dont se servent les arpenteurs, une véritable chaîne pliante de *Gunter,* consistant en fils de fer de 6 millimètres de diamètre, d'environ 45 centimètres de long, façonnés en crochet à leurs deux bouts, et unis par des anneaux intermédiaires.

Cette chaîne allait obliquement de l'extrémité du grand mât de perroquet à la mer. *Sa longueur n'était certainement pas au-dessous de 40 mètres.* Après le coup de tonnerre, tout ce qui en restait, tout ce qu'on en retrouva avait à peine *un mètre de long.* Environ huit centimètres de cette ancienne chaîne restaient encore attachés à la base de la baguette métallique supérieure. Ce qui fut recueilli sur le pont du navire, se réduisait à deux crochets avec l'anneau intermédiaire complétement boursouflés, et à un petit fragment de chaînon.

Je commettrais un oubli impardonnable si je ne rappelais pas, sans plus de retard, en renvoyant à la page 312, comment on s'assura que les 39 mètres de chaîne *avaient été fondus* et non pas seulement brisés et projetés au loin dans la mer.

En résumé,

Un coup de foudre peut fondre complétement, et dans toute son étendue, une chaîne de fer de 40 mètres de long en communication avec la mer par une de ses extrémités, lorsque le diamètre des divers chaînons ne surpasse pas 6 millimètres.

Franklin reconnut, sur sa propre maison de *Philadelphie*, en 1787, qu'un coup de foudre y avait fondu :

Une baguette conique de *cuivre* de 24 *centimètres* de long et de 8 *millimètres* de diamètre à la base.

Cette baguette surmontait une grosse barre de fer qui se prolongeait depuis le toit jusqu'au sol humide.

En 1754, *Franklin* eut l'occasion d'examiner lui-même les effets du violent coup de tonnerre qui rasa et dispersa dans tous les sens la pyramide en charpente de *vingt-un mètres de haut* dont était surmontée la tour carrée, également en charpente, du clocher de la ville de *Newbury* aux *États-Unis*. Après avoir produit cet épouvantable dégât, la foudre en arrivant au niveau supérieur de la tour carrée, suivit un *fil de fer* qui unissait le marteau de la cloche aux rouages de la sonnerie situés beaucoup plus bas.

Ce fil, *de la grosseur d'une aiguille à tricoter* et de *six mètres de long, fut réduit en fumée*, à l'exception d'un bout de cinq centimètres qui, après l'accident, pendait encore à la queue du marteau, et d'un autre bout de même étendue qu'on trouva attaché à l'horloge. Le trajet du fil le long des parois revêtues de plâtre et de deux plafonds de la tour, était marqué par un sillon noir semblable à celui que laisse une traînée de poudre après qu'elle a pris feu. Cette sorte de peinture noire se composait, sans aucun doute, de la matière du fil réduite en molécules impalpables.

Le premier coup de foudre que reçut le paquebot le *New-York*, le 19 avril 1827, pendant sa traversée d'*Amérique* à *Liverpool*,

Fondit *un tuyau de plomb* de 8 centimètres de diamètre *et de* 13 *millimètres d'épaisseur*, qui allait du

cabinet de toilette à la mer à travers les flancs du navire.

La nature procède rarement par sauts brusques. A côté de chaque effet, il y en a toujours un autre du même genre, mais quelque peu moindre, de telle sorte qu'on peut aller des plus petits aux plus grands sans solution de continuité. Affaiblissez, par la pensée, le coup de foudre *qui a fondu* une certaine barre métallique, et cette barre ne se fondra plus, et elle passera seulement à cet *état d'incandescence et de mollesse* qui permettrait à l'ouvrier forgeron de la souder, presque sans effort, à une autre barre semblablement préparée. Après un autre degré d'affaiblissement de la foudre, la barre ne subira plus qu'un certain échauffement. Une ou deux citations, et l'on pourra se convaincre que nous ne faisons pas ici une vaine théorie.

Le 20 avril 1807, le tonnerre tomba sur le moulin à vent de *Great-Marton*, dans le *Lancashire*. *Une grosse chaîne en fer* (*a large iron chain*) qui servait à hisser le blé, dut être, sinon fondue, du moins considérablement ramollie. En effet, les anneaux étant tirés de haut en bas par le poids inférieur, se joignirent, se soudèrent de manière qu'après le coup de foudre la chaîne était devenue une véritable barre de fer ! (*A rod of iron.*)

Le phénomène observé à *Great-Marton* s'est repro-

duit, en juin 1829, au moulin à vent de *Toothill*, (Essex). Là aussi, les anneaux d'une chaîne (en fer) qui servait à monter les sacs de blé, se trouvèrent *soudés entre eux* à la suite d'un violent coup de tonnerre.

Le 5 avril 1807, la foudre tomba sur la maison du garde du bois de *Vézinet*, entre *Paris* et *Saint-Germain*. Après l'événement, on trouva qu'une clé, dont quelqu'un venait de se servir, était soudée par son anneau, au clou auquel on l'avait suspendue.

En mars 1772, le tonnerre tomba sur une des quatre tringles de fer qui dépassent le point le plus élevé du *dôme de Saint-Paul, à Londres*. Suivant les vues des constructeurs, ces tringles devaient être, par l'intermédiaire de diverses autres pièces métalliques, en communication immédiate avec de larges tuyaux de métal destinés à recevoir les eaux pluviales et à les conduire sous terre. Une de ces communications était légèrement interrompue ; eh bien ! tout à côté de la solution de continuité, MM. *Wilson* et *Delaval* remarquèrent des effets qui les autorisèrent à croire :

Qu'*une barre de fer de* 10 *centimètres de large et de* 12 *millimètres d'épaisseur*, avait acquis la chaleur rouge par l'effet du coup de tonnerre.

Pour le but que nous nous proposons, ce n'est

point assez d'avoir assigné les épaisseurs de divers métaux dont les coups de foudre opèrent la fusion; la détermination des épaisseurs qui résistent ne nous sera pas moins utile.

Il y avait dans la ville de *Crémone,* une tour élevée surmontée d'une girouette sur laquelle tomba la foudre en août 1777. La tige de cette girouette traversait un piédestal. Le marbre en fut brisé en éclats et jeté sur tous les points environnants. La girouette elle-même, malgré sa lourde masse, alla tomber à 20 pieds de la tour; elle était perçée Tout nous autorise donc à ranger ce coup de tonnerre parmi les plus violents de nos climats;

Eh bien! la tige en fer de la girouette, avec ses 12 *millimètres de diamètre,* était brisée, mais *n'offrait aucune trace de fusion.*

Le 12 juillet 1770, la foudre tomba à Philadelphie, sur la maison de M. *Joseph Moulde.* Le capitaine *Falconer* qui était dans la maison, dit que la détonation fut d'une *prodigieuse* intensité. A défaut de cette déclaration, l'intensité du coup pourrait se conclure de la fusion de 15 centimètres d'une tige en cuivre (de diamètre inconnu) qui surmontait le toit. De la tige en cuivre, la foudre passa dans une tringle ronde en fer, de 13 millimètres de diamètre, qui descendait le long du bâtiment et pénétrait en terre à la profondeur de 1 mètre 8.

Cette tringle de fer ne fut ni fondue, ni aucunement endommagée.

Le *violent* coup de foudre, déjà cité, qui rasa et dispersa dans tous les sens la pyramide en charpente de 21 mètres de haut dont était surmontée la tour carrée de *Newbury,* se propagea le long de la tige en fer du pendule de l'horloge, *sans la fondre ;*

Cette tige, cependant, *n'avait que la grosseur des fortes plumes d'oie.*

La conséquence à tirer de cette observation, quant à la faculté que possèdent les tringles de métal *assez minces* de transmettre de très violentes décharges, serait quelque peu équivoque et sujette à discussion, si nous ne pouvions pas prouver que la foudre, dont la puissance au sommet du clocher de *Newbury* se trouve établie par les énormes dégâts qu'elle y occasiona, avait encore une grande force en arrivant à la tige du pendule. Or, les preuves de cette grande force ne nous manquent pas. En quittant la tige en question, la foudre, dans sa marche descendante, dégrada et lézarda la tour carrée sur beaucoup de points. Des pierres des fondations furent même arrachées et lancées à la distance de 8 à 9 mètres.

Pendant que le capitaine *Cook* était dans la rade

de *Batavia*, la foudre tomba sur son navire avec tant de force, que la secousse fut comparée à celle d'un tremblement de terre. Il n'y eut, toutefois, aucun dommage appréciable ni dans le corps du bâtiment, ni dans les manœuvres ; seulement :

Un fil de cuivre de 5 millimètres de diamètre, qui s'étendait depuis le sommet du grand mât jusqu'à la mer où il plongeait, *parut un moment être tout en feu.*

§ (P).

La foudre raccourcit les fils métalliques à travers lesquels elle passe, lorsque sa puissance n'est pas assez grande pour en déterminer la fusion.

Il est probable que ce raccourcissement singulier, se produit toutes les fois que la foudre n'a pas assez de force pour déterminer la fusion du fil métallique qu'elle parcourt. Je ne connais, cependant, qu'un fait de ce genre parfaitement constaté. C'est au célèbre artiste anglais *Nairne* que la science en est redevable.

Le 18 juin 1782, la foudre tomba à *Stoke Newington*, dans la maison de M. *Parker*. Par divers indices, il fut manifeste qu'elle parcourut d'abord un tuyau fixé extérieurement à la maison pour donner écoulement aux eaux pluviales ; qu'ensuite elle entra dans une chambre à coucher, et que là elle suivit un fil métallique à l'aide duquel une personne pouvait, sans quitter son lit, ouvrir et fermer une serrure de

sûreté fixée à la porte d'entrée. Eh bien ! les positions qu'occupait avant et après l'événement un anneau fixé à l'extrémité du fil et qui était demeuré intact, montrèrent que ce fil s'était *raccourci de plusieurs pouces,* quoique la foudre n'en eût parcouru que 15 pieds.

Ce raccourcissement une fois constaté, chacun comprendra sans peine, pourquoi des fils métalliques *tendus* entre des points fixes ou presque fixes, sont souvent *brisés* par des coups de foudre.

§ (Q).

La foudre met quelquefois en fusion, certaines substances terreuses et les vitrifie instantanément.

J'ai déjà dit quelques mots des bulles et couches vitreuses que les géologues ont observées sur les roches les plus élevées du *Mont-Blanc,* des *Pyrénées,* de *Toluca ;* voici des détails plus précis (1).

En 1787, *Saussure* trouva, sur la sommité du Mont-Blanc nommée le *dôme du Gouté*, des masses d'amphibole schisteux, recouvertes de gouttes et de

(1) « Les pierres de foudre, disait l'empereur *Kang-hi*, sont » des métaux, des pierres, des cailloux que le feu du ton- » nerre a métamorphosés *en les fondant subitement* et en unis- » sant inséparablement différentes substances. Il y a de ces » pierres où l'on distingue sensiblement *une espèce de vitri-* » *fication.* » (*Mém. des Missionnaires*, tome IV.)

bulles noirâtres, évidemment vitreuses, de la grosseur d'un grain de chanvre. Ces bulles lui parurent d'autant mieux devoir être considérées comme des effets de la foudre, qu'il en remarquait de semblables sur des briques qui avaient été frappées par ce météore.

M. *Ramond,* qui vit les mêmes phénomènes sur plusieurs cimes des Pyrénées, voulut bien jadis, à ma prière, écrire la note intéressante qu'on va lire.

« Le Pic du Midi est une montagne très dominante » et très isolée. Son sommet a fort peu d'étendue. Il » est formé d'un schiste micacé glanduleux d'une » dureté extrême, divisé en tables assez épaisses, » fort adhérentes entre elles, et ne se subdivisant » point en feuillets, mais en parallélépipèdes obli- » quangles, à la manière des trapps. Sa couleur est » un gris noir, un peu argenté par le mica. La fou- » dre n'agit qu'à sa superficie qu'elle recouvre d'un » glacis d'émail jaunâtre, surmonté de boursouflures » ou bulles, tantôt sphériques, tantôt crevées et con- » caves, ordinairement opaques, quelquefois demi » transparentes. Il y a des rochers dont la face en- » tière est vernissée de cet émail, et couverte de bulles » dont la grosseur atteint souvent celle d'un pois. » Mais l'intérieur de la roche demeure parfaitement » sain : la partie fondue n'a pas plus d'un millimètre » d'épaisseur.

» Le sommet du *Mont-Perdu,* que j'ai atteint il y a » vingt ans, m'a offert le même phénomène. Celui-ci,

» presque entièrement couvert de neige, ne montre
» point de rochers continus, mais seulement des
» fragments de petite dimension, entassés sans ordre.
» C'est une pierre calcaire, bitumineuse et fétide ;
» mais elle renferme du sablon quartzeux d'une ex-
» trême finesse, qui y est mélangé en assez grande
» proportion. Plusieurs de ces fragments portent des
» marques évidentes de l'action de la foudre. Leur
» surface est chargée de bulles d'émail jaunâtre, et,
» comme au Pic du Midi, la fusion n'est que super-
» ficielle : elle ne pénètre pas au dedans de la pierre
» nonobstant la petitesse de son volume ; et ce qui
» n'est pas moins remarquable, une chaleur qui a été
» capable de vitrifier la surface, n'a pas enlevé à la
» pierre cette odeur cadavéreuse dont nous la privons
» si aisément, soit en la dissolvant dans un acide,
» soit en la chauffant un peu fortement.

» Enfin, j'ai encore vu, il y a une douzaine d'an-
» nées, la surface des rochers vitrifiée et couverte de
» bulles par l'effet de la foudre, dans la *roche Sana-*
» *doire*, montagne du département du Puy-de-Dôme,
» formée de *klingstein porphyr*, et qui, dans notre
» opinion, est d'origine volcanique. La fusion est,
» de même, superficielle, et se manifeste par des
» bulles et des soufflures sur un glacis de petite
» épaisseur. »

MM. de *Humboldt* et *Bonpland* ayant gravi la plus haute cime de *Toluca* (à l'ouest de la ville de *Mexico*), y trouvèrent la surface du rocher *el Frayle*, vitrifiée.

La roche est un porphyre trachytique rougeâtre, renfermant de grands cristaux de feldspath lamelleux et un peu d'amphibole. Les masses vitrifiées occupaient 18 décimètres carrés. L'enduit, vert d'olive, n'avait guère que $\frac{1}{10}$ de millimètre d'épaisseur, et ressemblait à celui de quelques aérolithes. En plusieurs endroits la roche était percée et les trous offraient intérieurement la même croûte vitreuse. Le lieu dans lequel les célèbres voyageurs découvrirent ces masses, est une espèce de tour rocheuse qui s'élève perpendiculairement au-dessus de l'ancien cratère du volcan de *Toluca,* actuellement rempli d'eau, et dont le sommet n'a pas plus de 3 mètres de large.

Saussure, Ramond, M. *de Humboldt,* ne doutent pas que les bulles et couches vitreuses des Alpes, des Pyrénées, de la Cordillère, ne soient des effets de la foudre; mais cette opinion n'est pas le résultat d'une observation immédiate; ils y sont arrivés par voie d'exclusion; ils l'ont adoptée parce qu'aucune autre explication n'a paru satisfaire aux circonstances du phénomène. Passons donc à des faits qui ne puissent donner lieu à aucune équivoque.

Le 3 juillet 1725, la foudre étant tombée, en rase campagne, sur un troupeau, à *Mixbury* (*Northamptonshire*), tua cinq moutons et le berger.

Près des pieds de celui-ci, on remarqua, dans le terrain, deux trous de 12 centimètres de diamètre et de 1 mètre de profondeur. Le révérend Dr *Jos. Wasse*, ayant fait creuser avec soin tout autour de ces trous, on reconnut qu'ils étaient cylindriques jusqu'à la profondeur d'un demi-mètre. Après ils devenaient étroits; plus bas encore chacun se bifurquait. Dans la direction d'un des rameaux, on trouva une pierre très dure, d'environ 25 centimètres de long, de 15 centimètres de large et de 10 centimètres d'épaisseur. Une fente récente la partageait en deux;

Sa surface était vitrifiée.

Vers l'année 1750, la foudre tomba sur la tour des *Asinelli*, à Bologne, et y produisit quelque dégât. En examinant avec attention une brique sur laquelle le coup porta particulièrement, *Beccaria* remarqua que la très mince couche de mortier (sable et chaux), qui adherait à une des faces de cette brique, avait été complétement vitrifiée, sur une étendue de 8 centimètres de long et de 18 millimètres de largeur moyenne. Cette couche vitreuse était verdâtre et bien diaphane.

Le 3 septembre 1789, le tonnerre tomba sur un chêne, dans le parc du comte d'*Aylesford*, et tua un homme qui avait cherché un abri sous cet arbre.

Le bâton que ce malheureux portait à la main, et qui lui servait d'appui, fut, suivant toute apparence, la principale voie que suivit la foudre, puisque le sol, dans le point auquel le bâton aboutissait, était percé d'un trou de 13 centimètres de profondeur et de 67 millimètres de diamètre. Ce trou, examiné peu d'instants après sa formation par le docteur *Withering*, ne renfermait que quelques racines brûlées du gazon. Là auraient probablement fini les observations, si lord *Aylesford* ne s'était déterminé à faire construire une petite pyramide dans le lieu même de l'événement, avec une inscription destinée à détourner les passants de chercher, en temps d'orage, un abri sous des arbres. Mais en creusant pour les fondations, on trouva que le sol, dans la direction du trou, avait été noirci jusqu'à la profondeur de 27 centimètres. 54 millimètres plus bas, le terrain quartzeux offrait des traces évidentes de fusion. Les échantillons adressés à la Société royale de Londres avec le mémoire du docteur *Withering*, se composaient :

1°. D'une pierre quartzeuse dont un des angles avait été complétement fondu;

2°. D'un bloc de sable agglutiné par la chaleur, car il n'y avait aucune matière calcaire entre les grains. *Dans cette masse existait une partie creuse* (*hollow part*), où la fusion avait été si parfaite que la matière quartzeuse, après avoir coulé tout du long de la cavité, présentait dans le fond une forme globuleuse ;

3°. De plusieurs pièces plus petites, *toutes offrant quelques cavités. (All have some hollow part.)*

On doit être actuellement assez familiarisé avec l'idée de fusions, de vitrifications opérées instantanément par la foudre, pour que je puisse aborder la question si curieuse et si vivement controversée des *tubes de foudre* ou *fulgurites.*

Les tubes de foudre avaient été découverts il y a plus de 100 ans (1711), par le pasteur Herman, à *Massel*, en *Silésie*, comme le prouvent des échantillons conservés dans le cabinet minéralogique de Dresde; c'est au docteur *Hentzen* qu'appartient l'honneur de les avoir trouvés de nouveau en 1805, dans la lande de *Paderborn*, vulgairement appelée *la Senne*, et d'avoir le premier indiqué leur origine. On en a depuis recueilli un grand nombre à *Pillau*, près de *Kœnigsberg*, dans la Prusse orientale; à *Nietleben*, près de *Halle* sur *Saale;* à *Drigg*, dans le Cumberland; dans la contrée sablonneuse située au pied de *Regenstein*, près de *Blankenburg;* et au *Brésil*, dans les sables de *Bahia.*

A *Drigg*, les tubes ont été trouvés au milieu *de buttes de sable mouvant* de 13 mètres de hauteur très voisines de la mer. Dans *la Senne*, on les a le plus souvent découverts sur le penchant de monticules de sable qui sont élevés d'une dixaine de mètres;

quelquefois aussi dans des cavités que l'on dirait avoir été creusées dans la lande en forme de jattes de 60 à 70 mètres de circuit sur 4 à 5 mètres de profondeur. A *Nietleben*, le tube déterré par M. *Kaserstein*, était sur le flanc sud-est d'une butte de sable et à mi-côte environ.

Les fulgurites sont presque toujours creux. A *Drigg*, leur diamètre total était de 54 millimètres. Ceux de *la Senne* ont, à la surface du sol, depuis $\frac{1}{2}$ millimètre jusqu'à 15 millimètres d'ouverture; ils se rétrécissent à mesure que l'on s'enfonce, et se terminent souvent en pointe. L'épaisseur des parois varie entre $\frac{1}{2}$ millimètre et 27 millimètres.

Habituellement ces tubes descendent dans le sable suivant la verticale. On en a cependant trouvé qui étaient implantés suivant des directions obliques formant avec l'horizon des angles de 40°.

Leur longueur totale dépasse quelquefois 10 mètres. De nombreuses fissures transversales les divisent en fragments dont les longueurs sont comprises entre 10 et 130 millimètres. Le sable qui entourait les tubes se dessèche et s'éboule avec le temps. On voit alors ces fragments à la surface du sol, et ils y roulent au gré des vents.

Le plus ordinairement on ne trouve en creusant dans le sable qu'un seul tuyau; quelquefois aussi, parvenu à une certaine profondeur, ce tuyau principal se partage en deux ou trois branches dont cha-

cune donne naissance à de petits rameaux latéraux qui ont depuis une trentaine de millimètres jusqu'à une trentaine de centimètres de long. Ces derniers sont coniques et terminés par des pointes qui s'inclinent graduellement vers le bas.

La paroi intérieure des tubes de foudre est *un verre parfait*, uni et très brillant, semblable à l'opale vitreuse (hyalithe). *Elle raie le verre et fait feu au briquet.*

Tous les tubes, quelle que soit leur forme, sont environnés d'une croûte composée de grains de quartz agglutinés. Cette croûte extérieure est quelquefois arrondie; le plus souvent elle offre une série d'aspérités assez semblables, quant à l'aspect, aux rugosités dont les petites branches de l'orme de Hollande sont couvertes, ou à l'écorce crevassée qui revêt la souche des vieux bouleaux. Les irrégularités du canal vitreux, correspondent à celles de la surface extérieure; on dirait que le tube en fusion a été plié *en totalité*, dans divers sens.

Examinés à la loupe, les grains noirs et blancs qui composent la croûte extérieure des fulgurites, paraissent arrondis comme s'ils avaient éprouvé un commencement de fusion. A une certaine distance du centre, les grains blancs acquièrent une teinte rougeâtre.

La couleur de la masse interne, et surtout celle des parties extérieures, dépend de la nature des couches sablonneuses que les tubes traversent. Dans

les couches supérieures qui contiennent un peu d'humus (terreau), l'extérieur des tubes est souvent noirâtre. Plus bas, ils sont d'un gris jaunâtre; plus bas encore, d'un blanc grisâtre. Enfin, là où le sable est pur et blanc, les tubes sont aussi d'une blancheur à peu près parfaite.

Quelle est l'origine des tubes de foudre, des fulgurites? Ces tubes seraient-ils des incrustations formées autour de racines qui après l'opération auraient disparu? des stalactites ou autres productions du règne minéral? des cellules ou loges appartenant à d'anciens habitants de la mer, de la classe des vers? ou enfin, des produits de la foudre?

Ces quatre suppositions ont été faites. Les trois premières disparaîtront devant une seule remarque :

A *Drigg*, où les monticules de sable se déplacent au gré des vents, les tubes devaient être d'une date récente, car s'ils ne sont pas étayés de tous côtés, ils se brisent au moindre choc.

Voyons, quant à la quatrième supposition, si les indices de fusion que les tubes présentent dans toute leur étendue, conserveront seulement le caractère vague d'indice, ou s'ils acquerront celui de preuve décisive par des expériences minutieuses.

A *Drigg*, le sable dans lequel on a découvert des tubes, consiste en grains de quartz, blancs ou rougeâtres, mêlés avec quelques grains de porphyre

(*hornstone-porphyry*). Ces derniers grains, présentés seuls au chalumeau commun, s'y fondent aisément; mais ils n'existent pas dans le sable en suffisante quantité pour y produire l'effet d'un fondant. Le sable en masse, traité de même, devient d'abord rouge, passe ensuite au blanc opaque, et finit par s'agglutiner légèrement. Il ressemble alors, en teinte et en cohésion, à celui qui compose la couche extérieure des tubes fulminaires.

Ce même sable, exposé à la flamme de la lampe d'esprit-de-vin soufflée par un courant d'oxigène, suivant le procédé du docteur *Marcet*, donna, par une action long-temps prolongée, un émail analogue à celui qui revêt le canal intérieur des tubes. La fusion, toutefois, était imparfaite, et l'on sait cependant que la lampe du docteur *Marcet* fond des gros fils de platine avec un vif scintillement. Des expériences analogues, faites avec le sable de *la Senne*, ont donné les mêmes résultats.

A une certaine distance du centre des fulgurites, le sable de l'enveloppe, comme nous l'avons dit plus haut, a une teinte rougeâtre. Jeté dans de l'acide muriatique, ce sable rouge se décolora et devint semblable à celui qu'on prenait dans les couches où il est le plus blanc et le plus pur. La liqueur ayant été décantée et soumise à la réaction alcaline, des traces de fer s'y manifestèrent.

Le sable ordinaire de *la Senne* étant exposé pendant quelques instants à une forte chaleur dans un

creuset de platine, devenait rougeâtre et ressemblait alors à celui qui environne les tubes, avec cette différence seulement qu'il était un peu plus rouge. Quand le creuset eut atteint la chaleur rouge, la ressemblance devint parfaite.

Ce sable rougi dans le creuset de platine, étant soumis à l'action de l'acide muriatique, se décolora comme le sable rougeâtre d'un tube fulminaire. La liqueur décantée présenta les mêmes traces de fer, et après une précipitation complète du fer, des traces de chaux.

Que manque-t-il, désormais, pour qu'il soit bien établi que les fulgurites sont engendrées par des coups de foudre? Il manque une seule chose : la découverte d'un de ces tubes dans le point même de la région sablonneuse vers lequel *on aurait* vu la foudre se diriger. Eh bien! cette preuve ne nous fera pas défaut.

Le docteur *Fiedler,* qui a publié en Allemagne des Mémoires approfondis sur les tubes fulgurites (*Blitz rohre*) rapporte, il est vrai sur de simples ouï-dire, les deux faits suivants :

« Un pharmacien de la colonie de *Frederichdorf,* s'étant transporté sur la place où deux hommes venaient d'être foudroyés, découvrit dans le sol deux tubes tout-à-fait semblables aux tubes fulminaires de *la Senne.*

» Sur les confins de la *Hollande,* dans une contrée toute sablonneuse, un berger, après avoir vu tomber

le tonnerre sur une butte, trouva, dans le point même vers lequel le trait lumineux lui parut se diriger, que le sable s'était fondu et avait coulé en forme de tube. »

Enfin, voici un fait qui tranche toute difficulté :

Le 17 juillet 1823, le tonnerre tomba sur un bouleau, près du village de *Rauschen* (province de Samlande, le long de la mer *Baltique*), et mit en même temps le feu à un buisson de genièvre. Les habitants étant accourus, virent auprès de l'arbre deux trous étroits et profonds. L'un d'eux, malgré la pluie, leur parut, au tact, à une température élevée. M. le professeur *Hagen*, de *Königsberg*, fit creuser avec soin tout autour de ces trous. Le premier, celui qui fut trouvé chaud, n'offrit rien de particulier. Le second, jusqu'à la profondeur d'*un tiers* de mètre, ne présenta, non plus, rien de remarquable; mais un peu plus bas commençait un tube vitrifié. La fragilité de ce tube, conséquence inévitable de la ténuité des parois, ne permit de le retirer que par petits fragments de 4 à 5 centimètres de long. L'enduit vitreux intérieur était très luisant, couleur gris de perle, et parsemé, dans toute son étendue, de points noirs.

Après un exemple où, comme le dit M. *Hagen*, la nature a été prise sur le fait, personne ne peut plus douter que la foudre n'ait la propriété de se frayer un chemin à travers le sable, de l'amener instantanément à l'état de fusion, et de lui donner sur la

longueur énorme de 10 à 12 mètres, la forme d'un tube creux vitrifié intérieurement (1).

---

§ (R).

La foudre perce quelquefois DE PLUSIEURS *trous les corps qu'elle frappe.*

En 1778, dans l'automne, le tonnerre tomba sur la maison de l'ingénieur *Caselli*, à *Alexandrie*. Elle n'y fit de dégât appréciable que sur les vîtres d'une fenêtre. Ces vîtres étaient percées d'*un*, de *deux* ou de *trois* trous d'environ 2 lignes de diamètre. De petites fissures en étoiles fort courtes partaient de ces trous; mais aucun des carreaux n'était fendu d'un bord à l'autre.

En août 1777, la foudre frappa le clocher de l'é-

---

(1) Je ne sais si je me trompe, mais il me semble qu'un fait consigné par *Boyle* dans ses œuvres, est encore plus extraordinaire que tous les phénomènes de fusion et de vitrification instantanée, dont il vient d'être question. Ce fait le voici :

Deux grands verres à boire tout pareils étaient l'un à côté de l'autre sur une table. La foudre pénètre dans l'appartement et paraît se diriger si exactement sur les verres, qu'on s'arrête à l'idée qu'elle a dû passer entre eux. Aucun cependant n'est cassé. Sur l'un, *Boyle* remarqua une très légère altération de forme ; quant à l'autre, *il avait été si fortement* PLOYÉ (ce qui entraîne comme conséquence nécessaire l'existence d'un ramollissement) qu'il pouvait à peine rester debout sur sa base.

glise paroissiale du Saint-Sépulcre à *Crémone*, rompit la croix en fer qui surmontait la flèche et lança au loin la girouette en cuivre étamé recouverte d'une couche de peinture à l'huile, qui tournait immédiatement au-dessous de la croix.

La girouette se trouva percée de 18 trous. Les bords de 9 d'entre eux étaient *très proéminants* du côté d'une des faces de la girouette ; les bords des 9 autres étaient aussi très proéminants, mais du côté opposé.

Aucun indice ne fit supposer aux habitants de Crémone, que la flèche, que la girouette eussent reçu *plusieurs* décharges froudroyantes. Si, toutefois, pour expliquer la multiplicité des trous on voulait absolument recourir à des coups répétés, il faudrait, d'après les directions inverses des rébarbes, admettre *neuf* coups dans un sens et *neuf* coups, *tout juste*, dans le sens contraire. La manière dont ces trous étaient groupés, forcerait de supposer que par un singulier hasard, les coups de directions opposées avaient été, par couples de deux, frapper des parties presque contiguës du métal. Enfin l'inclinaison à peu près identique de toutes les rébarbes par rapport aux deux faces de la girouette, n'impliquerait pas moins impérieusement, le parallélisme des *dix-huit* coups.

Je me tromperais fort si la réunion de tant de conditions improbables, n'amenait pas chacun à l'opinion qu'adoptèrent les physiciens auxquels on doit la première description du phénomène : à l'opinion

que les 18 trous de la girouette de Crémone furent le résultat d'un seul et même coup de foudre.

Le 3 juillet 1821, la foudre tomba, à *Genève*, sur une maison située près du temple de *Saint-Gervais*. En recherchant minutieusement les effets qu'elle avait produits, les rédacteurs de la *Bibliothèque universelle* aperçurent *plusieurs trous* avec des marques de fusion évidentes, dans les feuilles de fer blanc dont l'arète inclinée du toit était revêtue. Parmi les effets de ce genre, le plus remarquable est celui qui s'était produit sur une feuille de fer blanc neuf, recourbée, qui garnissait le bas d'une cheminée à sa sortie du toit et se repliait sur la pente de ce même toit. La feuille en question se trouva percée de deux trous presque circulaires d'environ 3 centimètres de diamètre, distants l'un de l'autre de 13 centimètres à partir de leurs centres, offrant sur toute l'étendue de leurs contours de fortes bavures, mais dirigées, dans les deux trous, *en sens opposés!*

---

§ (S).

Phénomènes de transport produits par la foudre.

C'est une propriété de la foudre bien digne d'être étudiée, que celle en vertu de laquelle le météore transporte quelquefois au loin des masses d'un

grand poids. Je vais citer ici quelques exemples de ces transports.

Dans la nuit du 14 au 15 avril 1718, un coup de tonnerre fit sauter *le toit et les murailles* de l'église de *Gouesnon,* près de Brest, comme aurait fait une mine. Des pierres avaient été lancées *dans tous les sens,* jusqu'à la distance de 51 mètres.

Le coup de tonnerre qui frappa jadis le château de Clermont en *Beauvoisis,* fit un trou de 65 centimètres de large et de 60 centimètres de profondeur, dans un mur dont la construction, suivant la tradition générale, remontait au temps de *César* et qui, en tous cas, était si dur que le pic l'entamait à peine. Les éclats provenant de ce trou se trouvèrent dispersés, *en divers sens,* à plus de 16 mètres de distance.

Pendant la nuit du 21 au 22 juin 1723, la foudre brisa un arbre dans la forêt de *Nemours.* Les deux fragments de la souche avaient, l'un 5 et l'autre 7 mètres de long. Quatre hommes n'auraient pas soulevé le premier : la foudre le jeta, cependant, à 15 mètres de distance. Le second était à 5 mètres de la première place, mais dans une direction opposée au premier fragment; son poids surpassait celui que huit hommes parviendraient à remuer.

En janvier 1762, la foudre tomba sur le clocher de l'église de *Breäg* dans le *Cornouailles.* La tourelle *(pinacle)* en maçonnerie du sud-ouest, fut brisée en cent morceaux *et totalement démolie.*

Une pierre du poids d'UN QUINTAL ET DEMI, avait été jetée sur le toit de l'église, *dans la direction du sud, à la distance de* 55 *mètres* (Sixty yards).

On trouva une autre pierre *à* 364 *mètres* (400 *yards*) *du clocher*, mais celle-ci *vers le nord;* une troisième était au *sud-ouest*.

« A *Funzie, in Fetlar* (Écosse), vers le milieu » du dernier siècle, une roche de *mica-schiste*, de » 105 pieds anglais de long, de 10 de large et, sur » quelques parties, de 4 d'épaisseur, fut arrachée » en un instant par un coup de foudre, et brisée en » trois grands fragments, sans compter les petits. » Un de ces premiers fragments, de 26 pieds de long, » de 10 de large et de 4 d'épaisseur, avait été simple- » ment renversé sur lui-même; le second de 28 » pieds de long, de 7 de large et de 5 d'épaisseur, » lancé par-dessus un tertre, alla tomber à la dis- » tance de 50 yards (45 mètres). Un autre fragment, » d'environ 40 pieds de long, fut projeté dans la » même direction, avec plus de force encore, et se » perdit dans la mer. »

(Extrait par M. Hibbert, des manuscrits du R. George Low, cité par M. Lyell dans le 1er vol. de ses *Principes de Géologie.*)

Le 6 août 1809, *à Swinton*, distant d'environ 5 milles de *Manchester*, le tonnerre produisit sur une partie de la maison de M. *Chadwick*, des effets mécaniques remarquables que nous allons décrire, sans nous occuper pour le moment de leur explication.

Un petit bâtiment en briques, servant à emmagasiner du charbon de terre, et terminé dans sa partie supérieure par une citerne, était adossé à la maison de M. *Chadwick*. Les murs avaient trois pieds anglais d'épaisseur, et s'élevaient de onze pieds. Leurs fondations descendaient à un pied environ au-dessous du sol.

Le 6 août, à 2^h après midi, après des décharges répétées d'un tonnerre éloigné et qui semblait s'approcher, une explosion épouvantable se fit entendre. Elle fut immédiatement suivie de torrents de pluie. Pendant quelques minutes une vapeur sulfureuse entoura la maison.

Le mur extérieur du petit bâtiment cave et citerne, fut ARRACHÉ *de ses fondations et* SOULEVÉ *en masse;* l'explosion le porta verticalement, SANS LE RENVERSER, à quelque distance de la place qu'il occupait d'abord. L'une de ses extrémités avait marché de 9 pieds; l'autre de 4.

Le mur ainsi *soulevé et transporté*, se composait, sans compter le mortier, de 7000 briques et pouvait peser environ 26 tonnes.

Au moment du phénomène la cave renfermait une tonne de charbon, et la citerne une certaine quantité d'eau.

(*Mém. de Manchester*, tome II, seconde série.)

---

§ (T).

La foudre, quand elle passe près d'une aiguille de boussole, en altère le magnétisme, le détruit entièrement, ou renverse les pôles. Dans les mêmes circonstances, elle peut communiquer une aimantation plus ou moins forte à des barres de fer ou d'acier, qui, auparavant, n'en offraient aucune trace.

Voilà, assurément, des propriétés de la foudre bien curieuses. Les lecteurs ne seront pas fâchés, j'imagine, de savoir comment on les a découvertes. Ils voudront aussi qu'on leur dise, si les renversements de pôle, dans les aiguilles de boussole, sont des phénomènes très rares; ce double but sera atteint par les citations que je réunis ici.

Vers l'année 1675, deux bâtiments anglais marchaient de conserve dans un voyage de *Londres* à la *Barbade*. A la hauteur des *Bermudes*, la foudre brisa le mât d'un d'entre eux et en déchira les voiles; l'autre ne reçut aucun dommage. Le capitaine de ce second bâtiment ayant remarqué que le premier virait de bord et paraissait vouloir retourner en Angleterre, demanda la cause de cette détermination subite, et n'apprit pas sans étonnement que son compagnon croyait suivre encore la première route. Un examen attentif DES *boussoles* du bâtiment foudroyé, montra alors que les fleurs de lys des roses des vents qui d'abord, comme c'est l'habitude, se dirigeaient au nord, marquaient au contraire le sud, en

sorte que les pôles avaient été totalement renversés par le tonnerre. Cet état se maintint durant tout le reste du voyage.

Dans le mois de juillet 1681, le navire *l'Albemarl* qui se trouvait alors à une centaine de lieues du *cap Cod,* fut frappé de la foudre. Il en résulta d'assez graves dégâts, dans les mâts, dans les voiles, etc. Quand la nuit arriva, chacun reconnut, de plus, d'après les étoiles, que des *trois boussoles* qui existaient sur le bâtiment, deux au lieu de marquer le nord, comme précédemment, indiquaient le sud, et que l'ancien point nord de la troisième *était dirigé à l'ouest.*

(Ce fait *est rapporté* par *Boyle.*)

La foudre éclata sur le navire anglais le *Dover,* capitaine Waddel, le 9 janvier 1748, par 47°30′ de latitude nord et 22°15′ de longitude ouest de Greenwich. Le principal mât, le pont, les chambres, et quelques parties des bordages, souffrirent plus ou moins. Les pôles des aiguilles *dans les quatre* boussoles que portait le bâtiment, *furent renversés :* le nord était passé au sud et réciproquement.

Un coup de foudre *détruisit,* il y a quelques années, le magnétisme des quatre boussoles qui existaient à bord du brig *Méduse,* pendant son voyage de la *Guayra* à *Liverpool.* De ces quatre instruments, deux étaient sur le pont et deux dans la chambre du capitaine. (*Silliman,* tome XII, 1827.)

Le coup de foudre déjà cité plusieurs fois, qui

frappa le *New-York*, en 1827, eut pour effet une diminution considérable et même la neutralisation complète du magnétisme des aiguilles des quatre boussoles dont ce bâtiment était pourvu.

Les renversements de pôles des aiguilles de boussole par l'influence de la foudre, doivent être plus fréquents que les physiciens ne l'imaginent. Dans le court intervalle de 1808 à 1809, j'ai été presque témoin de deux événements de cette nature. Le premier arriva sur la corvette de guerre française *la Baleine*, que je vis entrer assez endommagée, sur la rade de *Palma* à *Mallorca*; le second sur un bâtiment génois qui vint se briser sur la côte, à quelque distance d'*Alger*, au moment où, trompé par la position anomale qu'un coup de tonnerre avait donnée aux boussoles, le capitaine croyait faire route vers le nord.

Dans le fait relatif à l'*Albemarl* que j'ai emprunté à *Boyle*, il est question d'une boussole qui après un coup de foudre, *pointait à l'ouest*. Les journaux nautiques citent des cas dans lesquels, par l'influence du même météore, des aiguilles s'étaient tournées d'une manière permanente au *nord-nord-ouest*, ou au *nord-ouest*, ou au *sud-ouest*, etc. Pour dire la même chose en d'autres termes, la foudre n'aurait pas seulement la propriété de renverser les pôles, *nord* pour *sud* et réciproquement; l'altération ne serait pas non plus limitée à un angle droit; elle pourrait avoir toutes les valeurs comprises entre 0 et 180°.

C'est sans raison, à mon avis, que ces faits ont été regardés comme impossibles. Les aiguilles des boussoles sont ordinairement des losanges en acier *très allongés*. Les pôles y occupent les deux extrémités de la grande diagonale; mais avec un peu de soin, mais en manœuvrant convenablement les aimants naturels ou artificiels qui servent à aimanter ces aiguilles, on pourrait amener ces mêmes pôles aux extrémités de la petite diagonale, et dès-lors, ce serait celle-ci qui se placerait à peu près dans le méridien : la grande marquerait l'est et l'ouest.

Ce que feraient les aimants, le tonnerre doit quelquefois l'opérer. Un coup de ce météore peut transporter les pôles de l'aiguille, des angles aigus aux angles obtus du losange, ou dans tout autre point intermédiaire entre ces deux positions extrêmes. Après le changement, la fleur de lys de la rose des vents que l'artiste avait soigneusement adaptée au pôle nord, correspondant à un autre point, faut-il s'étonner que suivant la quantité du déplacement, elle se dirige au nord-ouest, au nord-est, à l'ouest, à l'est, etc.?

Je me suis certainement placé dans les conditions les plus défavorables possibles, lorsque j'ai supposé que les aiguilles des boussoles marines, ont toujours été fabriquées avec des masses d'acier compactes d'*une certaine largeur*. Jadis, en effet, ces aiguilles se composaient de *deux fils distincts* du même métal, légèrement infléchis dans leur milieu Par leur rap-

prochement, ces fils formaient le *contour* d'un losange. L'aiguille était donc un losange évidé, et non un losange plein comme de nos jours. L'un des fils formait *les deux* côtés de droite; l'autre, les deux côtés de gauche. Aux deux bouts de la grande diagonale, aux deux angles aigus du losange, il n'y avait entre les deux fils qu'un simple contact, qu'une simple juxta-position. Dans un pareil système, il y a place pour la distribution du magnétisme la plus compliquée; pour la formation de points conséquents, et dès-lors pour toutes les bizarreries qu'on a placées, à tort, sur le compte de la crédulité des marins.

Passons des cas dans lesquels la foudre a modifié l'état de corps *préalablement magnétisés*, à ceux où elle a été le principe magnétisant.

En juin 1731, un marchand avait placé dans l'angle de sa chambre, à *Wakefield*, une grande caisse de couteaux, de fourchettes, et plusieurs autres objets en fer et en acier, qui devaient être envoyés aux colonies. Le tonnerre entra dans la maison précisément par cet angle; il brisa la boîte et dispersa tout ce qu'elle renfermait. Les fourchettes, les couteaux, soit qu'ils offrissent des traces de fusion, soit qu'ils parussent parfaitement intacts, étaient tous devenus fortement magnétiques.

A la suite du coup de foudre qui frappa le bâtiment *le Dover*, en janvier 1748, le capitaine *Waddel* reconnut qu'un grand nombre de pièces en fer et en acier situées près de l'habitacle, avaient été fortement aimantées.

J'ai lu quelque part que la foudre qui tomba dans la boutique d'un cordonnier, en *Souabe*, y aimanta tellement tous les outils, que ce pauvre artisan ne pouvait plus s'en servir. Il était sans cesse occupé à débarrasser son marteau, ses tenailles et son tranchet, des clous, des aiguilles, des alènes, dont ils s'étaient saisis sur l'établi.

Lorsque le paquebot *le New-York* arriva à *Liverpool* en mai 1827, après avoir été deux fois frappé de la foudre, M. *Scoresby* reconnut que les clous des cloisons et des panneaux brisés, que les ferrures des mâts tombées sur le pont, que les couteaux et les fourchettes qui, au moment de la décharge, étaient dans la soute au biscuit, enfin, que les pointes d'acier des instruments de mathématiques, avaient acquis un magnétisme très prononcé.

Les altérations que la foudre fait éprouver aux aiguilles aimantées des boussoles nautiques, ont eu souvent de très graves conséquences. Nous l'avons déjà dit, à la suite d'un coup de foudre, des marins, trompés par les fausses indications de leurs instruments, se sont jetés sur des écueils dont ils croyaient s'éloigner à toutes voiles. L'aimantation instantanée de la multitude de masses de fer répandues sur un

navire, peut créer des centres d'attraction puissants. De là, sans que les boussoles aient été dérangées elles-mêmes, résultent des déviations locales d'autant plus nuisibles, qu'en pleine mer le navigateur a peu de moyens d'en constater l'existence et surtout d'en déterminer la valeur. Ces deux genres de perturbations ne sont pas les seuls contre lesquels le pilote ait à se prémunir. Quand un coup de foudre aimante les diverses pièces en acier qui entrent dans la composition d'un chronomètre, et particulièrement le balancier, une nouvelle force, le magnétisme terrestre, s'ajoute à celles des ressorts qui, primitivement, réglaient les marches de ces admirables, mais très délicates machines. Cette nouvelle force donne lieu quelquefois à des accélérations ou à des retards sensibles. Aussi, après un certain nombre de jours de navigation, en résulte-t-il, sur la longitude géographique, des erreurs très dangereuses. Les chronomètres du paquebot *le New-York,* par exemple, à leur arrivée à *Liverpool*, étaient de 33′ 58″ en avance de ce qu'ils auraient marqué si la foudre n'avait pas frappé le bâtiment. Le danger que la foudre peut faire courir aux navigateurs en altérant la marche de leurs chronomètres, n'a été remarqué que depuis peu d'années.

---

§ (U).

La foudre, dans sa marche si rapide, obéit à des actions dépendantes des corps terrestres près desquels elle éclate.

Rien ne me semble plus propre à montrer que dans sa marche si prodigieusement rapide, la foudre est gouvernée par des forces dépendantes de la nature et de la position des corps terrestres près desquels elle éclate, que la relation adressée à *Nollet*, en juillet 1764, par le comte de *Latour-Landry*, concernant le coup de tonnerre qui frappa l'église *d'Antrasme* près de *Laval*.

Le 29 juin 1763, au milieu d'un violent orage, la foudre tomba sur le clocher *d'Antrasme;* elle pénétra dans l'église, fondit ou noircit les dorures des cadres et des contours *de certaines niches;* elle laissa noircies et demi grillées les burettes d'étain placées sur une petite armoire; enfin elle perça de deux trous profonds, réguliers comme ceux d'une tarière, la crédence peinte en marbre, contenue dans une niche en pierre de tuffau.

Tous ces dégâts furent réparés : on rétablit les dorures, on boucha les trous, on repeignit ce qui ne l'était plus; eh bien! le 20 juin 1764, le tonnerre tomba sur le même clocher; de là il passa dans la même église, où il noircit les dorures qui avaient

été noircies en 1763 et pas davantage ; où il fondit celles qu'il avait fondues, juste dans les mêmes limites ; les deux burettes étaient noircies, grillées comme un an auparavant ; enfin les deux trous bouchés et repeints se trouvèrent débouchés.

Ceux qui prendront la peine de réfléchir aux milliards de combinaisons qui pouvaient rendre différentes les routes des coups de foudre de 1763 et de 1764, n'hésiteront pas, j'imagine, à voir avec moi dans la parfaite identité des effets des deux météores, une preuve démonstrative de la proposition que j'ai placée en tête de ce paragraphe.

---

§ (V).

La foudre se porte de préférence sur les métaux, lorsqu'il en existe, à découvert ou cachés, soit dans le voisinage des lieux vers lesquels elle tombe directement, soit près de ceux où sa course serpentante l'amène ensuite.

La foudre ne produit de dégâts notables qu'à son entrée dans les masses métalliques, ou au moment de sa sortie.

De toutes les propriétés de la foudre, celles-ci sont sans contredit les plus importantes. On ne s'étonnera donc pas que j'aie cherché à les établir sur des observations nombreuses, et qui, à raison de la va-

riété des circonstances, ne puissent laisser aucune prise au doute.

Rien de plus instructif, quant à la faculté que les métaux possèdent d'attirer à eux la totalité ou la presque totalité de la matière fulminante dont ils peuvent se trouver subitement enveloppés, que le coup de foudre, déjà cité dans un autre chapitre, qui, en 1754, produisit tant de dégâts sur l'immense tour en charpente de *Newbury,* aux États-Unis.

La foudre tomba sur la partie supérieure de cette tour. Elle était bien puissante puisqu'elle détruisit radicalement et jeta au loin une pyramide en charpente de *vingt-un mètres de haut.*

Cette lourde pyramide rasée, la foudre trouva sur sa route, un fil métallique qui joignait le marteau de la cloche aux rouages de l'horloge placée *six mètres* plus bas, se porta *tout entière ou presque tout entière* sur ce fil, et le fondit en quelques points. Je justifierai les mots, *presque tout entière,* qu'on vient de lire, en disant que dans l'étendue verticale de *six mètres* occupée par le fil, la charpente environnante, la charpente de la tour n'éprouva absolument aucun dommage, quoique la foudre fût loin d'avoir épuisé sa force sur la pyramide supérieure, comme cela résulte clairement des dégâts qu'elle fit, en continuant *sa course descendante,* dès que le fil métallique lui manqua.

Parvenue, en effet, à l'extrémité inférieure de ce fil,

la foudre se précipita de nouveau sur la charpente de la tour, et la dégrada considérablement. Telle était encore son intensité, même en arrivant au sol, qu'elle arracha diverses pierres de la fondation du monument, et les lança à quelque distance.

Pendant la nuit du 17 au 18 juillet 1767, la foudre tombe à *Paris* sur une maison de la rue *Plumet* et en parcourt toutes les parties. Plusieurs cadres se trouvaient suspendus dans une chambre; *elle attaque seulement celui qui était doré.* Une lanterne de fer-blanc et deux bouteilles de verre très mince, reposaient sur la même table; *la lanterne est démolie et partiellement fondue;* les deux bouteilles restent intactes. Dans une autre chambre, *un poèle en fer* est brisé en plusieurs morceaux: on n'y remarque aucun autre dégât. Ailleurs, une caisse en bois renfermait beaucoup d'*ustensiles en fer;* la foudre brise la caisse; elle atteint si fortement les ustensiles qu'ils présentaient des marques évidentes de fusion, et n'allume pas une demi-livre de poudre à canon que contenait une poire ouverte placée au milieu de toutes ces pièces métalliques fondues.

Le 15 mars 1773, la foudre tomba à *Naples* sur la maison de *lord Tylney*. Il y avait, ce jour-là, grande réception chez ce personnage. Les appartements ne

renfermaient pas moins de 500 individus. Aucun, cependant, ne reçut de véritable blessure.

Le lendemain, *Saussure* et *Hamilton* (l'un et l'autre, avaient été présents à l'événement) reconnurent que presque toutes les dorures, que les corniches des plafonds , les baguettes établies autour des tapisseries, les parties dorées des fauteuils et des sophas qui touchaient à ces baguettes, les jambages dorés des portes, des cordons de sonnette étaient fondus, noircis ou écaillés. Comme à l'ordinaire, le maximum de ces effets s'observait partout où la matière fulminante avait trouvé quelque solution de continuité.

Un coup de foudre capable de fondre un fil de sonnette tuerait un homme. Ici, nous l'avons déjà dit, personne ne fut même blessé. Il est donc bien prouvé qu'en parcourant l'*enfilade de neuf pièces* dont se composait l'appartement de *lord Tylney*, la matière fulminante se porta de préférence ou à peu près en totalité, vers les parties métalliques que ces neuf pièces renfermaient.

Ces faits précis, caractéristiques, m'autorisent à passer maintenant à des exemples qui nous montreront la foudre *se détournant* évidemment de sa route primitive pour aller frapper des masses métalliques, *derrière* de gros blocs de maçonnerie ou même dans leur intérieur.

La foudre étant tombée sur une assez grosse verge

de fer implantée dans le toit de la maison de M. *Raven,* dans *la Caroline* (États-Unis), parcourut ensuite un fil de laiton qui établissait, *par l'extérieur du bâtiment,* une communication intime entre cette verge et une barre de même métal enfoncée en terre. Pendant sa course descendante, la foudre fondit toute la partie du fil comprise entre le toit et le rez-de-chaussée, et cela sans endommager en aucune manière le mur sur lequel ce fil était pour ainsi dire appliqué. A la hauteur du rez-de-chaussée, les choses prirent un tout autre caractère. De là jusqu'à terre le fil ne fut plus fondu. Au point même où cette fusion cessa, la foudre, changeant complétement de route, fit un assez large trou dans le mur de la maison et entra dans la cuisine.

La cause de cette déviation singulière de la foudre, de cette déviation à angle droit, ne fut un mystère pour personne, dès qu'on eut remarqué que le trou du mur *était précisément à la hauteur* de la partie supérieure d'un canon de fusil placé debout dans la cuisine, contre ce même mur. Ajoutons que le canon n'éprouva aucun dommage, que la crosse, au contraire, fut brisée et qu'un peu plus loin il y eut quelque dégât dans l'âtre de la cheminée.

Le fait dont nous venons de relater toutes les circonstances, conduit à deux conséquences capitales. Il montre que l'action, quelle qu'en soit d'ailleurs la nature, en vertu de laquelle les métaux s'emparent de la matière fulminante, peut *s'exercer* même à travers les murs. Elle prouve encore que la masse

du métal n'est pas sans influence ; que dans des circonstances données, la foudre peut abandonner un fil mince pour se porter, même à quelque distance, sur une tige massive.

En 1759, le détachement qui conduisait du *Fort Royal à Saint-Pierre,* le capitaine anglais *Dibden,* prisonnier de guerre à la Martinique, s'arrêta pour se garantir de la pluie, au pied du mur d'une petite chapelle qui n'avait ni tour ni clocher. Un violent coup de tonnerre le surprit dans cette position et tua deux soldats. Du même coup, la foudre ouvrit dans le mur, derrière les deux victimes, une ouverture d'environ 4 pieds de haut et de 3 pieds de large. Toute vérification faite, il se trouva qu'à la portion du mur démolie sur laquelle les deux soldats foudroyés s'appuyaient, *correspondait exactement à l'intérieur de la chapelle,* un ensemble de barres de fer massives destinées à supporter un tombeau. Ceux qui n'eurent pas le malheur de s'être ainsi placés fortuitement devant des pièces métalliques, n'éprouvèrent aucun mal.

Un très violent coup de foudre atteignit, le 10 juin 1764, le beau clocher de *Saint-Brides,* à *Londres,* et y produisit de graves dégâts, qui furent

aussitôt examinés et décrits par *William Watson* et *Edward Delaval*. Voici ce qu'ils offraient de plus remarquable :

La foudre tomba d'abord sur la girouette du clocher ; de là elle descendit le long d'une barre de fer presque noyée dans les pierres de taille massives dont la flèche de la tour était formée. Cette barre, de 2 pouces anglais de diamètre (5 centim.), avait 20 pieds anglais de long (6 mètres) et reposait, par son extrémité inférieure, dans une cavité de 5 pouces (12 centimètres) de profondeur, creusee au centre de la plus basse des pierres de taille en question. Une soudure au plomb unissait la barre à la pierre, le plus intimement possible.

Que produisit la foudre dans cette flèche, dans cette portion supérieure du clocher de *Saint-Bride ?*

Elle enleva et noircit légèrement quelque peu de la dorure, au point le plus élevé de la croix en cuivre qui surmontait le clocher ; elle fondit, çà et là, de petites parties de soudure. Pendant son trajet le long des 6 mètres de barre, elle ne laissa aucune trace appréciable, ni sur le fer, ni en aucun point de la maçonnerie environnante ; mais dès qu'un *métal continu* lui manqua, les vrais dégâts commencèrent. La grosse pierre de taille au milieu de laquelle l'extrémité inférieure de la barre se trouvait soudée au plomb, offrait, dans des éclats, dans des fentes dirigées en tous sens, des marques manifestes d'une violente commotion. A la hauteur de cette même

pierre, une très large ouverture s'était formée, de dedans en dehors, dans la paroi de la flèche. La descente de la foudre sembla s'être ensuite opérée par sauts, entre chaque barre ou crampon de fer et la barre ou le crampon immédiatement au-dessous. Il faut seulement ne pas se borner dans cette sorte d'itinéraire, aux seules pièces métalliques visibles. *Les crampons placés dans l'épaisseur même des maçonneries* pour unir les pierres de taille entre elles, n'échappèrent pas plus que les autres à la matière fulminante.

En définitive, il y eut des pierres fendues, éclatées, pulvérisées, déplacées, lancées comme des projectiles, aux extrémités mêmes ou très près des extrémités des barres de fer employées dans la construction du clocher. Partout ailleurs les dégâts étaient ou nuls ou sans gravité. On dirait, d'après ces effets, que la foudre ne parvient à s'échapper par les bouts des pièces métalliques qu'elle a envahies, qu'à l'aide d'un violent effort qui détruit tout aux environs.

Cette propriété de la matière fulminante de se porter en grande quantité sur les métaux, même au travers d'épaisses masses de pierre dont ils peuvent être recouverts et de les mettre complétement à nu, a trop d'intérêt, surtout à cause des applications dont elle est susceptible, pour qu'on ne doive

pas me pardonner si j'ajoute un nouveau fait aux précédents.

En 1767, comme on l'a vu plus haut, la foudre entra par une souche de cheminées dans une maison de la rue *Plumet*, à *Paris*. Nous avons déjà parlé de son action *à l'intérieur*. En dehors, tous les dégâts se trouvèrent concentrés en un seul point qui n'était, cependant, ni le plus haut, ni le plus exposé : l'entablement de la maison fut complétement démoli et projeté au loin. Lorsque toutes les pièces de fer que cet entablement cachait parurent à découvert, chacun comprit qu'elles avaient été la cause principale d'un effet qui, sans cela, eût semblé également inexplicable, et à raison de la place, et à cause de l'intensité.

Nous avons vu la foudre complétement inoffensive tant qu'elle parcourait une tige de fer continue, manifester sa sortie *à l'extrémité du métal*, par la rupture, par la pulvérisation, par la projection des matières solides qui enveloppaient ce point de sortie. Les matières rompues, pulvérisées, brisées, projetées, étaient généralement des pierres de taille ou de la maçonnerie. Eût-on observé exactement les mêmes effets sur des substances différentes? Existe-t-il des corps dans lesquels la foudre pourrait passer, en sortant d'un métal, sans rien briser, sans rien détruire? La terre ordinaire figure-t-elle parmi ces corps?

Lorsqu'une barre de fer que la foudre a frappée plonge dans la terre, il y a deux cas à considérer. Si la terre est sèche, la foudre n'y pénètre, en sortant de la barre, que par une sorte d'explosion ; les effets qu'elle y produit sont analogues à ceux qui nous ont été offerts par les maçonneries et les pierres de taille. Dans le cas, au contraire, où la terre se trouve fortement imprégnée d'humidité, tout se passe tranquillement, silencieusement, sans effets mécaniques appréciables. La terre humide, et, à plus forte raison, l'eau pure, donnent passage à la matière fulminante qui s'échappe des barres de fer qu'elles touchent, à peu près comme l'aurait fait le prolongement de ces mêmes barres ou toute autre masse métallique en contact avec elles. Citons quelques faits à l'appui de ces assertions :

Le 28 août 1760, la foudre frappa une barre de fer placée sur le toit de la maison de M. *Maine* (États-Unis), et la fondit en partie. La barre descendait jusqu'à terre, mais elle n'y pénétrait pas assez profondément; mais elle se terminait dans des couches peu humides. Aussi la foudre ne la quitta point sans explosion : elle produisit dans cette terre, des trous et des soulèvements, et se jeta en partie sur les fondations de la maison, où elle occasiona quelques légers dégâts.

Le 5 septembre 1779, la foudre tomba à *Manheim*, sur une barre de fer qui s'élevait verticalement au-dessus du toit de l'hôtel de l'ambassadeur de Saxe,

et descendait ensuite jusqu'à terre, sans solution de continuité, d'abord le long du toit, et ensuite le long d'un des murs de l'habitation. En quittant la barre pour entrer dans la terre qui n'était pas très humide, la foudre produisit un tourbillon de sable que plusieurs personnes aperçurent à l'instant même, et dont on trouva d'ailleurs après des marques évidentes.

Les effets mécaniques ne sont pas le seul moyen de prouver qu'un terrain peu humide possède très incomplétement la propriété d'enlever aux barres métalliques la matière fulminante dont elles peuvent être imprégnées. Des phénomènes de lumière conduisent souvent au même résultat.

Quelle que soit sa longueur, une barre de fer de 3 à 4 centimètres d'équarrissage, transmet le plus violent coup de foudre jusqu'aux entrailles de la terre et l'y dissémine, si cette terre est humide, sans qu'aucune lueur apparaisse nulle part. Supposez la terre sèche, au contraire, et la barre, au moment de l'explosion, se montrera rayonnante. Ne rendez humide que la seule surface du terrain, et cette surface semblera tout en feu. Ainsi, lorsque la foudre frappa à *Philadelphie* une barre de fer qui, par son extrémité supérieure, dominait la maison de M. *West*, et par l'autre, pénétrait à la profondeur de $1^{m},5$, dans une terre imparfaitement humide, il tombait une pluie battante. Cette pluie avait mouillé le pavé : le pavé, au mo-

ment de l'explosion, sembla sillonné par de vives flammes jusqu'à plusieurs mètres de distance.

---

§ (X).

Lorsque l'atmosphère est orageuse il y a, simultanément, dans les entrailles de la terre, à la surface ou au sein des eaux, de grandes perturbations.

Davini écrivait à *Vallisneri*, qu'il avait observé, près de *Modène*, une fontaine dont les eaux toujours limpides par un temps serein, devenaient troubles quand le ciel se couvrait. Je ne sais si cette remarque a été vérifiée depuis; *Vallisneri*, en tout cas, ne la révoquait pas en doute. Il ajoutait, comme résultat de ses propres observations, que les salses de *Zibio*, de *Querzola*, de *Cassola*, etc., du même duché de Modène; que les solfatares *annoncent* un orage, avant qu'il éclate, avant même qu'il se soit formé, et cela par une certaine espèce d'ébullition, par des bruits semblables à ceux du tonnerre, quelquefois aussi par de véritables coups fulminants.

Toaldo citait deux phénomènes semblables, dont il avait personnellement connaissance, et que je crois devoir rapporter :

Dans les collines du *Vicentin*, à peu de distance de l'église paroissiale de *Molvena*, existe une fontaine que les habitants appellent *Bifoccio*, parce

qu'effectivement elle embrasse deux sources. Quand un orage *se prépare*, cette fontaine, même après une longue sécheresse, même aux époques où elle est complétement à sec, déborde subitement et remplit un large canal d'une eau très trouble, qui se répand dans les vallées voisines.

A 2 milles environ de la source de *Bifoccio*, dit *Toaldo*, près de l'église paroissiale de *Villaraspa*, dans la cour de M. *Joseph Pigati*, de *Vicence*, il y a un puits profond qui bouillonne tellement aux *approches* d'un orage, qui fait un si grand bruit, que les habitants des environs en sont tout effrayés (*).

J'ose affirmer qu'on va souvent chercher au loin, dans un autre hémisphère, des sujets d'étude mille

---

(*) Ce serait peut-être le cas de dire ici quelques mots des roulements souterrains qu'entendent pendant les orages, ceux qui se tiennent près de plusieurs des ouvertures naturelles par lesquelles le célèbre lac de *Zirknitz* s'emplit et se vide périodiquement. *Valvasor* nous apprend que deux de ces ouvertures portent deux noms (*Velka* et *Mala-Bobnaza*), qui, dans le langage de la *Carniole*, veulent dire le plus petit et le plus grand tambour. Voilà bien, assurément, tout ce qu'il faut pour croire à l'existence d'un bruit souterrain; mais ici (le doute, comme on a vu, n'existe pas à *Villaraspa*, puisque le phénomène se manifeste avant que l'orage éclate), le bruit est-il un simple phénomène d'acoustique, une succession d'échos, ou bien résulte-t-il d'une sorte d'orage intérieur, dont l'existence serait subordonnée à celle de l'orage atmosphérique? On manque de données pour prononcer entre ces deux hypothèses.

fois moins intéressants que les deux dont je viens de faire mention.

Le journal de *Brugnatelli* nous apprend que le 19 juillet 1824, *à la suite d'un orage*, les eaux du lac *Massaciuccoli*, dans le territoire de *Lucques*, devinrent blanches comme si l'on y avait fait dissoudre une grande quantité de savon. Cet état durait encore le 20. Le lendemain, beaucoup de poissons morts, grands et petits, furent trouvés sur le rivage!

N'est-ce pas là une double indication de quelque émanation souterraine qui, pendant l'orage du 19, se fesait jour à travers le fond vaseux du lac?

Les historiens, les météorologistes, citent des inondations locales, dont les effets ont semblé bien supérieurs à ce que pouvait faire craindre la médiocre quantité de pluie provenant des nuages et tombée dans un certain rayon. Il est rarement arrivé qu'alors *on n'ait pas vu*, pendant un temps plus ou moins long, d'immenses masses d'eau surgir des entrailles de la terre par des ouvertures jusque-là inconnues, et aussi, qu'*un violent orage n'ait pas été le précurseur du phénomène et probablement sa cause première*. Telles furent, de point en point, par exemple, en juin 1686, les circonstances de l'inondation qui détruisit presque en totalité les deux villages de *Ketlevell* et de *Starbotton*, dans le *comté d'York*. Pendant l'orage, une immense crevasse se forma dans la montagne voisine, et, au dire des

témoins oculaires, la masse fluide qui s'en échappa avec impétuosité, contribua au moins tout autant que la pluie, aux malheurs qu'on eut à déplorer.

Je pourrais analyser un grand nombre de cas semblables au précédent; mais, comme par leur nature ils laissent toujours quelque incertitude, quelque louche dans l'esprit, je me bornerai à une seule citation nouvelle. Celle-ci aura pour caution l'imposante autorité de *Beccaria*.

En octobre 1755, une inondation subite produisit d'immenses ravages dans la plupart des vallées du *Piémont*. Le *Pô* déborda. Le désastre fut précédé d'horribles tonnerres (*orrendi tuoni*, dit le savant italien). D'un assentiment unanime, il eut pour cause principale l'immense volume d'eau souterraine qui, tout à coup, pendant l'orage, sortit du sein des montagnes par de nouvelles ouvertures.

Ces ruptures locales de l'écorce solide du globe n'auraient rien d'extraordinaire, s'il était prouvé que dans des temps orageux, l'eau tend à se réunir aux nuages et que cette tendance se manifeste par des intumescences prononcées. Or, voilà précisément ce qui résulte avec évidence, des observations faites à bord du paquebot le *New-York*, en avril 1827.

Pendant que l'orage grondait autour de ce navire, la mer était dans un bouillonnement continuel qui, par sa nature, aurait pu faire croire à l'existence de plusieurs volcans sous-marins. On apercevait sur-

tout, trois colonnes d'eau; elles s'élançaient dans les airs, puis retombaient en écumant, puis s'élevaient de nouveau pour retomber encore!

Il existe au *Mont-d'Or,* en Auvergne, un bâtiment très ancien au milieu duquel est une cuve en pierre d'un seul bloc, qu'on appelle la *cuve de César.* Elle a *un mètre* de large et *douze* décimètres de profondeur. Le fond de cette cuve est percé de deux ouvertures à travers lesquelles deux colonnes d'eau sortant de terre jaillissent en bouillonnant, c'est-à-dire en produisant un bruit, une sorte d'*éructation* dont l'intensité, d'après les observations souvent répétées de M. le Dr *Bertrand, augmente considérablement quand le temps est orageux.* Les habitants de la vallée avaient trouvé, eux aussi, dans le bruit de la source de *César,* un signe *avant-coureur* des orages. Ce signe, disent-ils, ne les trompe jamais!

Un pareil phénomène mérite assurément d'être suivi avec un grand soin. On ne fera pas moins pour la science en cherchant s'il est vrai, comme M. *Berzélius* croit l'avoir remarqué, que les flacons bien bouchés contenant de l'eau chargée d'acide carbonique, éclatent beaucoup plus fréquemment que d'habitude pendant les orages; si l'on prouve, surtout, que les vibrations imprimées au verre par les détonations de la foudre, ne contribuent nullement à l'effet qu'a observé l'illustre chimiste suédois.

Le célèbre *Duhamel du Monceau* rapporte que les éclairs sans tonnerre, sans vent et sans pluie, ont

la propriété de rompre les épis d'avoine. Les fermiers connaissent cet effet : ils disent que les éclairs *abattent les avoines.*

Le 3 septembre 1771, *Duhamel* fut lui-même témoin de ce phénomène au château de *Denainvilliers*, près de *Pithiviers*. Dans la nuit du 2 au 3, il éclaira beaucoup le matin. Au jour on trouva que tous les épis qui étaient mûrs avec de belles grappes, se trouvaient rompus au premier nœud. Les seuls épis verts étaient restés sur pied. Les fermiers se déterminèrent à tout faucher.

Duhamel rapporte également comme une chose positive, que *les éclairs* font couler le blé noir ou sarrazin qui se trouve en fleur.

Voici, touchant l'action que *l'atmosphère, quand elle est orageuse*, exerce sur les végétaux, un fait garanti par les rédacteurs de la *Bibliothèque britannique de Genève*, et dont l'un d'entre eux avait été témoin. Je transcris leurs propres expressions :

« On enlevait au mois de mai de l'année dernière » (1795), l'écorce d'un bois de chêne situé sur une » éminence, à deux lieues de Genève. Cette opéra- » tion n'est possible que dans la saison où la sève, » en mouvement entre le bois et l'écorce, détruit » suffisamment l'adhérence de celle-ci pour qu'elle » se sépare avec facilité, et encore les ouvriers re- » marquent-ils que l'état de l'atmosphère influe d'une » manière très marquée sur cette opération. Un jour, » le vent était au nord, le ciel serein ; l'écorce ne s'en-

» levait qu'avec beaucoup de difficulté ; après midi,
» le temps se couvre vers l'ouest, le tonnerre gronde...
» et au même instant l'écorce des arbres s'enlève,
» pour ainsi dire d'elle-même, à la grande surprise
» des ouvriers qui se récrient tous sur ce phénomène,
» et qui hésitent d'autant moins à l'attribuer à l'état
» orageux de l'air, qu'il disparaît avec les symptômes
» de cette disposition de l'atmosphère. »

(*Biblioth. britann.*, vol. II, p. 221.)

Je passe sous silence une multitude d'ON DIT sur la propriété qu'aurait le tonnerre, alors même qu'il ne tombe pas, de faire cailler le lait, d'aigrir le vin, d'accélérer la corruption des viandes, etc., etc. Je ne connais pas d'expériences précises qui en établissent l'exactitude. L'assertion unanime des cuisinières, des marchands de vin, des bouchers, etc., peut bien légitimer des doutes, mais ne saurait tenir lieu de preuves.

---

§ (Y).

L'état exceptionnel dans lequel les orages atmosphériques placent la partie solide du globe, se manifeste quelquefois par des détonations foudroyantes qui, SANS AUCUNE APPARENCE LUMINEUSE, *produisent cependant les mêmes effets que la foudre proprement dite.*

Je ne connais qu'une seule observation directe qui puisse justifier cet énoncé; mais elle est si nette,

si démonstrative; M. *Brydone* en recueillit toutes les circonstances avec un soin si intelligent, si éclairé, que le doute, quant aux conséquences qui en découlent, ne semble pas même permis.

Le 19 juillet 1785, entre midi et une heure, il éclata un orage dans le voisinage de *Coldstream*. Pendant sa durée, il y eut dans la campagne environnante plusieurs accidents remarquables que je vais analyser.

Une femme qui coupait du foin près des rives de la *Tweed*, tomba à la renverse. Elle appela sur-le-champ ses compagnes, et leur dit qu'elle venait de recevoir sous son pied et sans pouvoir dire de quelle manière, le coup le plus violent. En ce moment il n'y avait eu dans le ciel ni éclair ni tonnerre.

Le berger de la ferme de *Lennel-Hill*, vit tomber à quelques pas de lui un mouton qui, peu de moments auparavant, paraissait en parfaite santé. Il courut pour le relever, mais il le trouva raide mort. L'orage paraissait alors être très éloigné.

Deux tombereaux chargés de charbon de terre, étaient conduits chacun par un jeune cocher assis en avant sur un petit siége. Ils venaient l'un et l'autre de traverser la *Tweed;* ils achevaient de gravir une montée voisine des bords de cette rivière, lorsqu'on entendit à la ronde une *forte détonation* semblable à celle qui serait résultée de la décharge à peu près simultanée de plusieurs fusils, mais sans aucun roulement. Au même instant, le cocher du tombe-

reau de derrière vit le tombereau de devant, les deux chevaux et son camarade tomber à terre. Le cocher et les chevaux étaient raide morts! Examinons scrupuleusement les détails de cet événement.

Le bois du tombereau avait été fortement endommagé, là surtout où il existait des clous et des crampons en fer.

Un grand nombre de morceaux de charbon se trouvaient dispersés au loin, tout autour du tombereau. On eût dit, d'après l'aspect de plusieurs d'entre eux, qu'ils étaient restés sur le feu pendant quelque temps.

Le sol était percé de *deux trous circulaires* à l'endroit même où les roues le touchaient quand l'accident arriva. Une demi-heure après l'événement, ces deux trous émettaient une odeur que *Brydone* compara à celle de l'éther.

Les *deux* bandes circulaires en fer qui recouvraient les deux jantes, offraient des *marques évidentes de fusion dans les deux parties qui reposaient sur la terre au moment de la détonation*, et nulle autre part.

Le poil des chevaux avait été brûlé, particulièrement aux jambes et sous le ventre. En examinant l'empreinte faite par ces animaux sur la poussière qui couvrait la route, on reconnut qu'au moment de leur chute, ils étaient complétement morts, qu'ils tombèrent comme des masses inertes, qu'ils n'éprouvèrent aucun mouvement convulsif.

Le corps du malheureux cocher présentait, çà et là, des marques de brûlures. Ses habits, sa chemise et son chapeau surtout, étaient réduits en lambeaux. Ils répandaient une forte odeur.

Voilà incontestablement, les principaux effets, d'un coup de foudre ordinaire; eh bien! *la détonation ne fut précédée d'aucun éclair, d'aucun phénomène de lumière.* Nous avons pour garants de ce fait remarquable, le cocher du second char, lequel, au moment de l'accident, causait avec son camarade, dont il n'était éloigné que d'une vingtaine de mètres, et qui le vit tomber sans avoir aperçu aucune lumière. Nous pouvons invoquer aussi le témoignage du berger de la ferme de *St.-Cuthbert* : celui-ci déclara à M. *Brydone* qu'il suivait de l'œil les deux tombereaux quand la détonnation arriva; que la chute de la voiture, des chevaux et du cocher fut accompagnée de la formation d'un tourbillon de poussière, mais qu'aucun éclair, qu'aucun feu ne se montra. Nous ajouterons, enfin, que M. *Brydone*, dans le moment même de l'accident, s'était placé devant une fenêtre ouverte pour montrer à quelques personnes de sa société comment avec une montre à secondes on peut déduire la distance des nuages orageux de l'intervalle qui s'écoule entre l'éclair et le bruit, et qu'il entendit *la détonation foudroyante* sans qu'elle eût été précédée d'aucun éclair.

Une grande sécheresse régnait depuis long-temps

dans le pays, quand arriva l'accident dont je viens de donner la relation.

---

§ (Z).

L'état particulier qu'un orage atmosphérique communique au globe par son influence, se manifeste quelquefois par de brillants, par de larges phénomènes de lumière dont la terre est d'abord le siége et qui disparaissent à la suite d'une explosion, soit dans le lieu même où ils sont nés, soit après un déplacement plus ou moins étendu et plus ou moins rapide.

On ne pourrait contester cet énoncé qu'en s'inscrivant en faux contre la véracité, contre la sincérité de *Maffei*. Dans une lettre à *Vallisnieri* en date du 10 septembre 1713, *Maffei* rapporte, en effet, que s'étant arrêté peu de temps auparavant au château de *Fosdinovo*, dans le territoire de *Massa-Carrara*, pendant un orage et une pluie en quelque sorte diluviale, il fut reçu par la maîtresse du château dans une salle du rez-de-chaussée; que là, lui et le marquis de *Malaspina* virent subitement apparaître *à la surface du pavé*, un feu (*un fuoco*) très vif, d'une lumière en partie blanche et en partie azurée; que ce feu semblait fortement agité mais sans mouvement progressif; qu'il se dissipa, comme il était né, je veux dire tout à coup, mais après avoir acquis un grand volume.

A ce dernier moment, Maffei sentit derrière son

épaule, de bas en haut, un chatouillement particulier; des plâtras détachés de la voûte de la salle tombèrent sur sa tête; enfin, il entendit un craquement, un bruit, qui était différent, toutefois, du roulement habituel du tonnerre.

Refuse-t-on de ranger le météore lumineux et l'explosion de *Fosdinovo,* parmi les phénomènes de la foudre? *Maffei* dira, dans une lettre à *Apostolo Zeno,* que le 26 juillet 1731, le coup de tonnerre qui se manifesta à *Casalaone* par un bruit comparable à celui d'une canonnade; qui frappa la tour principale, qui en détacha l'écusson portant les armes de la ville, qui fit tomber aussi un certain nombre de moulures en pierre, etc., avait été *précédé,* sur la place, de l'apparition d'un grand feu (*gran fuoco*) à une très petite distance du sol. Ce fait n'avait pas eu pour témoin un homme de science connu: il n'était appuyé que du témoignage des habitants de la place de *Casalaone;* *Maffei* n'a donc garde d'oublier que l'abbé *Girolamo Lioni da Ceneda,* dit avoir vu lui-même, près de *Venise,* à deux coudées de terre, une flamme d'une extrême vivacité s'élever, disparaître, et qu'immédiatement après on entendit un bruit épouvantable.

Passons à une observation de l'auteur de l'*Histoire naturelle de l'Air et des Météores,* qui n'est pas moins circonstanciée que celle de *Maffei.*

Le 2 juillet 1750, « me trouvant à trois heures » après midi, *pendant un orage,* dans l'église *Saint-* » *Michel de Dijon,* je vis, tout à coup, dit l'abbé Ri-

» chard, paraître entre les deux premiers piliers de
» la grande nef, une flamme d'un rouge assez ardent
» qui se soutenait en l'air à trois pieds du pavé de
» l'église. Cette flamme s'éleva ensuite à la hauteur
» de douze à quinze pieds en augmentant de volume.
» Après avoir parcouru quelques toises en continuant
» de s'élever en diagonale, à la hauteur à peu près
» du buffet de l'orgue, elle finit, en se dilatant, par
» un bruit semblable à celui d'un canon que l'on
» aurait tiré dans l'église même. »

(*Histoire naturelle de l'Air et des Météores*, t. VIII, p. 291.)

Le fait que je vais rapporter, prouve que par l'influence d'un orage, des flammes peuvent se développer au sein des eaux et en jaillir.

Dans la nuit du 4 au 5 septembre 1767, *pendant un violent orage*, le fermier d'un étang, près de *Parthenai*, en *Poitou*, le vit couvert dans toute son étendue, d'une flamme si épaisse qu'elle lui dérobait la vue de l'eau (*).

Il paraît, enfin, que de grands météores lumineux d'une nature analogue à celle de la foudre, naissent quelquefois à la surface du globe, même quand le ciel ne semble pas orageux. J'en trouverai la preuve dans un événement de mer qui, déjà, a été cité sommairement pour un autre objet.

(*) Le lendemain tous les poissons flottaient morts à la surface de l'étang.

Le 4 *novembre* 1749, par 42° 48′ de latitude nord, et 11° $\frac{1}{3}$ de longitude occidentale (comptée de Paris); quelques minutes avant midi, ET PAR UN TEMPS SEREIN, un globe bleuâtre de feu de la grandeur apparente d'une meule de moulin, s'avança rapidement vers le vaisseau anglais *le Montague*, en roulant à la surface de la mer. Le globe, après s'être élevé verticalement, à peu de distance du navire, alla frapper les mâts avec une explosion comparable à celle de plusieurs centaines de canons. Le grand mât de hune était brisé en une multitude de pièces; une large fente régnait de haut en bas le long du grand mât; cinq matelots furent jetés sur le pont sans connaissance; un d'entre eux était grièvement brûlé.

La nature fulminante du phénomène, me paraît résulter de l'odeur sulfureuse qui se répandit dans les batteries, et plus particulièrement encore de cette circonstance, que de gros clous en fer arrachés dans diverses parties du navire, furent projetés sur le pont avec une telle force qu'ils s'y enfoncèrent profondément. Il ne fallut rien moins que de puissantes tenailles pour les arracher.

Le savant docteur *Robinson d'Armagh*, a eu la complaisance de me faire part d'un phénomène de lumière très remarquable, observé sur les eaux sans aucune apparence d'orage, et dont les lecteurs de *l'Annuaire* ne seront certainement pas fâchés de trouver ici la description :

« Le major *Sabine* et le capitaine *James Ross* re-

» venaient, en automne, de leur première expédition
» arctique; ils étaient encore dans les mers du
» Groënland pendant une des nuits si sombres de
» ces régions, quand ils furent appelés sur le pont
» par l'officier de quart qui venait d'apercevoir quel-
» que chose de très étrange. C'était, en avant du na-
» vire et précisément dans la direction qu'il suivait,
» une lumière stationnaire sur la mer et s'élevant
» à une grande hauteur, pendant que partout ail-
» leurs le ciel et l'horizon paraissaient noirs comme
» de la poix. Il n'y avait dans ces parages aucun dan-
» ger connu; la route ne fut donc pas changée. Lors-
» que le navire pénétra dans la région lumineuse,
» tout l'équipage était silencieux, attentif, en proie
» à une vive préoccupation. Aussitôt, on aperçut ai-
» sément les parties les plus élevées des mâts et des
» voiles, et tous les cordages. Le météore pouvait
» avoir une étendue de 400 mètres. Lorsque la partie
» antérieure du navire en sortit, elle se trouva *su-*
» *bitement* dans l'obscurité: aucun affaiblissement
» graduel ne se fit remarquer. On s'était déjà fort
» éloigné de la région lumineuse qu'elle se voyait
» encore à l'arrière du navire. »

La cause de ces phénomènes de lumière, pour me servir de la belle expression de *Pline*, est encore cachée dans la majesté de la nature.

Indépendamment des feux problématiques dont il vient d'être question, lesquels, en temps d'orage, naissent sur le sol, y demeurent quelque temps sta-

tionnaires et ne le quittent que pour éclater à une petite hauteur, comme les feux de *Fosdinovo* et de *Dijon,* ceserait sur la terre, s'il fallait en croire *Maffei, Chappe,* etc., que s'élaborerait presque toujours la foudre; ce serait *de terre* que partiraient subitement, inopinément, les éclairs foudroyants. Au lieu de se précipiter des nuages, ces éclairs iraient, au contraire, les rejoindre par un mouvement dirigé de bas en haut.

Les partisans de cette opinion disent qu'*ils ont vu distinctement* la foudre s'élever à la manière des fusées. En admettant, comme un fait, la marche si rapide qui résulte des expériences de M. *Wheatstone,* on conçoit difficilement la possibilité de distinguer à l'œil si un éclair qui joint les nuages à la terre, a été montant ou descendant. Toutefois, comment taxer d'erreur tant d'observateurs exercés ? Les éclairs ascendants, ainsi que les éclairs en boule dont il a été si longuement question dans le § (D), se mouvraient-ils donc plus lentement que les éclairs engendrés au sein de l'atmosphère ? Le sujet appelle de nouvelles recherches. Celui qui aura vu, *nettement vu,* un éclair attaché à la terre par l'une de ses extrémités, ne point atteindre par l'extrémité opposée la surface des nuages, aura fait faire à la question un pas décisif.

---

§ (AA).

Outre les larges et détonants phénomènes dont il a été question dans le § (Z) *et qui apparaissent quelquefois à la surface du globe, il se montre souvent, en temps d'orage, des lumières vives et légèrement sifflantes, aux parties les plus saillantes des corps terrestres* (*).

Dans les temps orageux, les portions saillantes des corps et principalement les parties métalliques, brillent quelquefois d'une assez vive lumière.

Les commentaires de *César* renferment une des plus anciennes relations de ce phénomène qui nous aient été conservées. Dans le livre sur la guerre d'Afrique, § 47, on lit : « Cette même nuit (une » nuit orageuse pendant laquelle il tomba beaucoup » de grêle), le fer des javelots de la cinquième lé- » gion parut en feu. »

Sénèque raconte qu'une *étoile* alla, près de *Syracuse*, se reposer sur le fer de la lance de *Gylippe*.

On lit dans *Tite-Live* que le javelot dont *Lucius Atreus* venait d'armer son fils, récemment enrôlé

(*) Les anciens connaissaient ces feux sous les noms de *Castor* et *Pollux*. Aujourd'hui ils sont plus généralement désignés par celui de feux *St.-Elme*. Les *Portugais* les appellent *Corpo-Santo*, les anglais, *Comazants*. Dans quelques parties de la Méditerranée on les nomme *St. Nicolas*, *Ste.-Claire* ou *Ste.-Hélène*.

parmi les soldats, jeta des flammes pendant plus de deux heures sans en être consumé.

Pline avait vu lui-même de semblables clartés, à la pointe des piques de soldats qui étaient la nuit en faction sur des remparts.

Plutarque parle d'observations semblables faites en *Sicile* et en *Sardaigne*.

Procope nous apprend que dans la guerre contre les Vandales, le ciel favorisa *Bélisaire* du même prodige.

Voilà, ce me semble, assez de faits, quant aux flammes qui se montrent, à terre, sur la pointe des lances, des javelots, etc. Les mêmes auteurs nous fourniraient des citations beaucoup plus nombreuses encore, relativement à des apparitions analogues qui ont lieu en temps d'orage dans les diverses parties des navires.

Plutarque rapporte par exemple, qu'au moment où la flotte de *Lysandre* sortait du port de *Lampsaque* pour attaquer la flotte athénienne, *les deux feux qu'on appelle les étoiles de Castor et de Pollux,* allèrent se placer des deux côtés de la galère de l'amiral lacédémonien.

On regardait dans l'antiquité les apparitions de flammes sur les mâts, les vergues ou les cordages des bâtiments, comme des présages. Aussi étaient-elles observées avec grand soin, et recueillies scrupuleusement par les historiens. Une seule flamme

(on lui donnait alors le nom d'*Hélène*), était considérée comme un signe menaçant. Deux, *Castor* et *Pollux*, prédisaient au contraire du beau temps et un heureux voyage.

Si l'on est curieux de savoir sous quel point de vue les navigateurs contemporains de *Colomb* envisageaient ces mêmes phénomènes, nous emprunterons à l'*Historia del Almirante*, écrite par son fils, ce passage si fortement empreint des idées du xvme siècle.

« Dans la nuit du samedi (octobre 1493, pen-
» dant le second voyage de *Colomb*), il tonnait et
» pleuvait très fortement. *St.-Elme* se montra alors
» sur le mât de perroquet *avec sept cierges allumés*,
» c'est-à-dire qu'on aperçut ces feux que les mate-
» lots croient être le corps du saint. Aussitôt, on
» entendit chanter sur le bâtiment force litanies
» et oraisons, car les gens de mer tiennent pour
» certain que le danger de la tempête est passé, dès
» que *St.-Elme* paraît. Il en sera de cette opinion
» ce qu'on voudra, etc., etc. »

Herrera nous apprend que les matelots de *Magellan*, avaient les mêmes superstitions. « Pendant les
» grandes tempêtes, dit-il, *St.-Elme* se montrait au
» sommet du mât de perroquet, tantôt avec *un*
» *cierge allumé*, et tantôt avec deux. Ces apparitions
» étaient saluées par des acclamations et des larmes
» de joie. »

En y regardant de bien près, peut-être apercevrait-on que le prestige dont les feux *St.-Elme* étaient

entourés dans l'antiquité, s'est conservé beaucoup plus long-temps qu'on ne paraît disposé à le croire. Quant à l'assimilation singulière de ces feux à des *cierges allumés,* on n'en découvre plus aucune trace dans les relations des navigateurs du milieu ou de la fin du XVIIme siècle. Peut-être, cependant, faut-il la regarder comme la source de cette autre opinion, passablement étrange aussi, qui fesait des feux *St.-Elme* des objets matériels dont on pouvait aller se saisir au sommet des mâts pour les descendre sur le pont. Le passage que je vais emprunter aux *Mémoires de Forbin*, présentera ces idées dans toute leur naïveté, en même temps qu'il fera connaître les énormes dimensions que les feux *St.-Elme* acquièrent quelquefois.

« Pendant la nuit (en 1696, par le travers des » Baléares), il se forma tout-à-coup un temps très » noir, accompagné d'éclairs et de tonnerres épou- » vantables. Dans la crainte d'une grande tourmente » dont nous étions menacés, je fis serrer toutes les » voiles. Nous vîmes sur le vaisseau *plus de trente* » *feux St.-Elme.* Il y en avait un entre autres, sur » le haut de la girouette du grand mât, qui avait » PLUS D'UN PIED ET DEMI DE HAUTEUR. J'envoyai un » matelot *pour le descendre.* Quand cet homme fut » en haut, il cria que ce feu faisait un bruit sem- » blable à celui de la poudre qu'on allume après » l'avoir mouillée. Je lui ordonnai d'enlever la gi- » rouette et de venir; mais à peine l'eût-il ôtée de

» place, que le feu la quitta et alla se poser sur le
» bout du mât, sans qu'il fût possible de l'en reti-
» rer. Il y resta assez long-temps jusqu'à ce qu'il se
» consuma peu à peu. »

Si j'arrêtais mes citations ici, on aurait peut-être raison de s'imaginer que la cause *des feux St.-Elme,* avait anciennement plus d'activité que dans les temps modernes. Rapportons donc encore quelques faits, et nous verrons des aigrettes lumineuses naître comme jadis en temps d'orage, sur des corps de toute nature, même les moins élevés.

Dans l'*Itinerary* de *Fynes Moryson*, secrétaire de Lord *Montjoy*, on lit qu'à la date du 23 déc. 1601, au siége de *Kingsale*, pendant que le ciel était sillonné par des éclairs (sans tonnerre), les cavaliers en sentinelle voyaient des *lampes brûler* (lamps burn) à la pointe de leurs lances et de leurs épées.

Le 25 janvier 1822, pendant une forte averse de neige, *M. de Thielaw* qui se rendait alors à *Freyberg*, remarqua sur la route que les extrémités des branches de tous les arbres étaient lumineuses.

La lumière paraissait légèrement bleuâtre.

Le 14 janvier 1824, *à la suite* d'un orage M. *Maxadorf* ayant porté ses regards sur un chariot chargé de paille qui se trouvait au-dessous d'un gros nuage noir, au milieu d'un champ près de Cothen, observa que tous les brins de paille se redressaient et paraissaient en feu. Le fouet même du conducteur jetait une vive lumière. Ce phénomène disparut dès

que le vent eût emporté le nuage noir ; il avait duré dix minutes.

Le 8 mai 1831, après le coucher du soleil, des officiers d'artillerie et du génie se promenaient tête nue pendant une orage, sur la terrasse du fort *Bab-Azoun* à *Alger*. Chacun en regardant son voisin, remarqua avec étonnement aux extrémités de ses cheveux tout hérissés, de petites aigrettes lumineuses. Quand ces officiers levaient les mains, des aigrettes se formaient aussi au bout de leurs doigts. (Voyage de M. *Rozet*.)

N'y a-t-il pas quelque raison de s'étonner que des phénomènes qui se développent avec tant d'intensité près du sol et sur les parties saillantes des navires, soient si rarement remarqués à la pointe des clochers ou sur les tiges des girouettes dont la plupart des maisons sont surmontées ? Je n'ai qu'un mot à répondre : on n'aperçoit pas les feux *St-Elme* au sommet des grands édifices, par la seule raison qu'on n'y prend pas garde. Là où il s'est trouvé des observateurs attentifs, les sommités de toute nature ont repris leurs droits (*).

(*) *Gueneau de Montbeillard* rapporte, d'après le témoignage d'*Hermolaus Barbarus* et d'*Aldrovand*, qu'on a vu quelquefois dans des temps d'orage, à des hauteurs très considérables, des corbeaux dont le bec jetait une vive lumière « C'est peut-être, ajoute le collaborateur de Buffon, quelque » observation de ce genre qui a valu à l'aigle le titre de minis- » tre de la foudre. »

Watson recueillait déjà une relation qui lui venait de France, et dans laquelle il était question de cette remarque faite pendant 27 années consécutives par M. *Binon*, curé de *Plauzet*, que pendant les grands orages, les trois pointes de la croix du clocher paraissaient enveloppées de flammes.

En Allemagne, la sommité de la tour de *Naumbourg* était citée sous ce rapport comme une exception singulière et très remarquable; mais au mois d'août 1768, *Lichtenberg* aperçut ces mêmes feux sur le clocher de la tour de *St.-Jacques* à *Göttingue*.

Le 22 janvier 1778, pendant un violent orage accompagné de pluie et de grêle, M. *Mongez* apercevait des aigrettes lumineuses sur plusieurs des sommités les plus élevées de la ville de *Rouen*.

En 1783, M. *Sauvan* publiait que le 22 juillet, la nuit étant orageuse, il avait aperçu pendant trois quarts d'heure, une couronne de lumière autour de la boule du clocher des *Grands-Augustins* à *Avignon*.

Avant de clore ce chapitre, il ne sera peut-être pas inutile de dire que par des circonstances atmosphériques toutes pareilles, du moins en apparence; que pendant des orages d'une égale intensité, les feux dont nous venons de nous occuper ont cependant, je ne dis pas seulement des intensités, mais *des formes* dissemblables; que souvent ils ressemblent à des *aigrettes;* que parfois aussi, leur lumière se trouve *concentrée en un petit globe*, sans aucune trace de jets divergents.

§ (BB).

Pendant de grands orages, les gouttes de pluie, les flocons de neige, les grêlons, produisent de la lumière en arrivant à terre, ou même en s'entre-choquant.

Plusieurs physiciens ayant nié la réalité de ce phénomène, j'ai cru devoir rechercher, avec un soin tout particulier, les observations qu'on en a faites. Elles permettront à chacun d'avoir, à ce sujet, une opinion raisonnée et personnelle.

Les pluies d'orage sont quelquefois assez lumineuses pour que *Dom Hallai,* prieur des Bénédictins de *Lessay,* près de *Coutances*, crût ne point exagérer en disant, dans une lettre à *Mairan :* « le 3 juin 1731, » au soir, pendant des tonnerres extraordinaires, il » tombait de toutes parts comme des gouttes de mé- » tal fondu et embrasé. »

En 1761, *Bergman* écrivait à la Société royale de *Londres :*

« J'ai observé deux fois vers le soir, sans qu'il » tonnât, une pluie telle qu'à son contact tout » scintillait, et que la terre semblait couverte d'ondes » enflammées. »

On pourrait croire que les régions septentrionales sont plus propres que les autres à la production des pluies lumineuses, puisque dans le très petit nombre de citations qu'il m'est possible de faire à ce sujet, il en est encore une, comme on va voir, qui appartient à la *Suède.*

Pendant la matinée du 22 septembre 1773, il tonna, il éclaira et il tomba une pluie très abondante dans le district de *Skara* (*Gothie orientale*). Ensuite on éprouva une chaleur accablante. La pluie recommença à 6 heures du soir. Alors, disent toutes les relations, chaque goutte jetait du feu en arrivant à terre.

Le 3 mai 1768, près *la Canche*, à deux lieues d'*Arnay-le-Duc*, M. *Pasumot* fut surpris en plein champ par un gros orage. Quand il s'inclinait pour faire couler l'eau qui s'était accumulée près des rebords de son chapeau, cette eau, en rencontrant dans sa chute à environ un demi-mètre de terre celle qui tombait directement des nuages, en faisait jaillir des étincelles.

Le 28 octobre 1772, sur la route de *Brignai* à *Lyon*, l'abbé *Bertholon* fut surpris par un orage vers les 5 heures du matin. Il tombait de la pluie et de la grêle en très grande abondance. Les gouttes de pluie et les grêlons qui rencontraient dans leur chute les parties métalliques de la selle du cheval que montait M. Bertholon, produisaient à l'instant même des jets lumineux.

Une personne de la connaissance du célèbre météorologiste *Howard*, lui raconta que s'étant trouvée de nuit sur la route de *Londres* à *Bow*, pendant le violent orage du 19 mai 1809, elle vit distinctement que la pluie qui tombait devenait lumineuse au moment de son arrivée à terre.

Voilà tout ce que j'ai pu recueillir quant à des pluies lumineuses. La grêle et la neige ne me fourniront qu'une ou deux citations (*).

Dans sa lettre déjà mentionnée de 1761, *Bergman*, après avoir parlé des pluies qui en arrivant à terre deviennent lumineuses, dit qu'il a observé quelquefois le même phénomène pendant des averses de neige.

Le 25 janvier 1822, des mineurs de *Freyberg* racontèrent à *Lampadius*, que le *grésil* (petite grêle), qui tombait pendant un orage, était lumineux quand il arrivait à terre.

Pour qu'on ne s'égare pas en cherchant l'explication de ce phénomène; pour qu'on n'essaie pas d'en trouver la cause dans des propriétés qui appartiendraient spécialement à l'eau liquide et à l'eau gelée, j'avertirai qu'on a aussi observé des *pluies de poussière* lumineuses.

Ainsi, la poussière, fine comme du tabac d'Espagne, qui tombait sur la ville de *Naples* et sur les environs pendant l'éruption du Vésuve de l'année 1794, émettait une lumière phosphorique pâle, mais bien visible la nuit. Un anglais, M. *James*, qui se trou-

---

(*) Pendant un orage, des voyageurs remarquèrent qu'en crachant, les gouttes de salive étaient lumineuses presqu'au sortir de la bouche. La frayeur dont furent saisis ceux qui se surprirent ainsi *crachant du feu* pouvant se renouveler, il m'a paru que l'observation qui d'ailleurs par elle-même n'est pas dépourvue d'une certaine importance théorique, devait être consignée dans cette notice.

vait dans une chaloupe près de *Torre del Greco*, remarqua que son chapeau, celui des matelots et les parties de la voile où la poussière s'était rassemblée, répandaient surtout une lueur sensible (*).

(*) Voici une observation dont je dois la connaissance au célèbre directeur de l'Observatoire d'*Armagh* (le docteur Robinson) et qui, si elle m'était parvenue assez tôt, eût certainement figuré parmi les articles du chapitre (G), relatifs à la phosphorescence des nuages.

« Pendant ses voyages pour la détermination des lignes d'intensités magnétiques en *Écosse*, M. le major *Sabine* resta » plusieurs jours à l'ancre, à *Lough Scavig*, dans l'île de *Sky*. » Cette île est entourée de montagnes nues et élevées parmi lesquelles on en remarque une qu'enveloppe presque toujours, » un nuage résultant de la précipitation des vapeurs que les » vents à peu près constants de l'ouest y amènent de l'Atlantique. Ce nuage, la nuit, *était lumineux* par lui-même et » d'*une manière permanente*. Plusieurs fois, M. *Sabine* en vit » sortir, en outre, des jets semblables à ceux des aurores boréales. » Il repousse bien loin l'idée que ces jets dussent être attribués à » des aurores véritables, voisines de l'horizon et dont la montagne » aurait dérobé la vue directe. Suivant lui, tous ces phénomènes » de lumière continue et de lumière intermittente, avaient leur » cause, quelle qu'en puisse être d'ailleurs la nature, dans le » nuage même: »

M. Robinson m'annonce qu'il a fait lui-même en Irlande diverses observations sur les propriétés phosphorescentes des brouillards ordinaires. Il est grandement à désirer que le savant astronome les communique sans retard au public.

§ (CC).

Y a-t-il des lieux où il ne tonne jamais?

Quels sont les lieux où il tonne le plus?

Tonne-t-il aujourd'hui aussi souvent que dans les siècles passés?

Des circonstances locales influent-elles sur la fréquence de ce phénomène?

Tonne-t-il tout autant en pleine mer qu'au milieu des continents?

Quelle est de nos jours, quant à la fréquence, la distribution géographique des orages?

La botanique, la zoologie, l'entomologie, etc., ont donné lieu à de curieuses, à d'importantes classifications géographiques. On aurait donc quelque droit d'être surpris, si je n'essayais pas de faire aussi la géographie des orages. A défaut d'une solution satisfaisante des questions dont je viens de tracer l'énoncé, je montrerai du moins la marche qu'il faudra suivre quand on aura recueilli des documents suffisants.

PREMIÈRE QUESTION. — *Y a-t-il des lieux où il ne tonne jamais?*

Pline (*Hist. nat.*, liv. II, § 52) dit qu'il ne tonne pas en *Égypte*.

Aujourd'hui il tonne beaucoup à *Alexandrie* et trois ou quatre fois par an au Caire.

Dans le *Traité de la Superstition* de *Plutarque*, on lit :

« Celui qui ne navigue point ne craint point la » mer; celui qui ne suit pas les armes ne redoute » point la guerre; ni les voleurs de chemins, celui » qui ne bouge de sa maison..... *ni le tonnerre* » *celui qui demeure en Œthiopie.* »

Je ne suis guère disposé à croire que du temps de *Plutarque* il ne tonnait jamais au sud de l'*Égypte*, comme l'insinue le passage qu'on vient de lire. En tout cas les choses seraient bien changées. Puisqu'il tonne quelquefois au *Caire*, puisqu'il tonne beaucoup en *Abyssinie*, à *Gondar*, par exemple, j'ose affirmer, quoiqu'en ce moment je n'aie sous les yeux aucune observation directe, qu'il tonne dans toute l'étendue de l'ancienne *Œthiopie*.

Si je ne puis pas citer un seul point situé dans les régions chaudes ou tempérées de l'ancien continent où il ne tonne jamais, il en sera tout autrement de l'Amérique.

Les habitants de *Lima* (Pérou) (latit. 12° sud, longit. 79° $\frac{1}{2}$ ouest) qui n'ont pas voyagé, ne se font aucune idée du tonnerre. Nous pouvons ajouter qu'ils ne connaissent pas davantage les *éclairs*, car les éclairs sans bruit eux-mêmes ne sillonnent point l'atmosphère souvent embrumée, mais jamais couverte de véritables nuages, du *bas Pérou*.

Passons maintenant des régions chaudes aux zones glaciales.

En 1773, de la fin de juin à la fin d'août, *le Race Horse*, commandé par le capitaine *Phipps*, navigua constamment dans les mers du *Spitzberg*. Pendant cet intervalle de deux mois d'été,

On n'entendit pas le tonnerre une seule fois; on n'aperçut pas un seul éclair.

Mon ami le révérend docteur *Scoresby*, jadis si célèbre comme capitaine baleinier, et à qui l'on doit une si intéressante description des phénomènes des mers polaires, rapporte que pendant ses nombreux voyages il n'a aperçu d'*éclairs* au-delà du 65e degré de latitude, que *deux fois*.

Il ne croit pas que jamais on ait vu *éclairer* au Spitzberg.

M. Scoresby ne mentionne pas une seule fois le tonnerre comme ayant été entendu dans les mers polaires.

Pendant la tentative faite en 1827 par le capitaine Parry pour atteindre le pôle nord, le voyage sur la glace avec les *bateaux traîneaux*, dura du 25 juin au 10 août, et fut compris entre 81°15′ et 82° 44′ de latitude.

Le capitaine Parry ne vit jamais d'éclairs, n'entendit jamais le tonnerre.

Le navire *l'Hecla* resta à l'ancre, au Spitzberg, du 20 juin au 28 août, dans l'*Hecla-Cove*, par 79°55′ de latitude nord;

Aucun des observateurs n'entendit le tonnerre ni ne vit d'éclairs.

L'Hecla, enfin, avait navigué dans ces mers glaciales, du 1er mai au 19 juin, entre 71° 28′ et 79° 59′ de latitude. Du 28 août au 16 septembre, le même navire traversa la zone comprise entre le 80e et le 62e parallèle;

On ne vit pas plus d'indices d'orages dans cette troisième période du voyage que dans les deux autres.

D'après l'ensemble de ces documents, il est permis d'affirmer que :

En pleine mer ou dans des îles, il ne tonne jamais au-delà du 75e degré de latitude nord.

Les observations du capitaine *Ross* viennent à l'appui de ce résultat. En 1818, les bâtiments commandés par cet officier, se maintinrent depuis le commencement de *juin* jusqu'à la fin de *septembre* (dans le *détroit de Davis* ou dans la *baie de Baffin*), entre 64° et 76° et demi de latitude nord. Les tableaux météorologiques correspondant à cette saison d'été, ne font mention :

Ni d'un seul éclair, ni d'un seul coup de tonnerre.

Nous pourrons, à l'aide des observations du capitaine *Parry*, étendre à des régions situées fort avant dans les continents, la règle que nous n'avons jusqu'ici eu le droit d'appliquer qu'aux îles et à la pleine mer.

Les tableaux météorologiques du *premier* voyage de l'intrépide navigateur à la *baie de Baffin*, au

détroit de Barrow et à l'*île Melville*, commencent au mois de juin 1819, et s'étendent jusqu'en septembre 1820 inclusivement. Il y a donc là *deux saisons d'été, deux saisons à orages*. Dans deux étés, dans deux saisons à orages passées entre 70 et 75° de latitude nord :

On n'entendit pas le tonnerre une seule fois, on ne vit pas un seul éclair !

Plaçons-nous un tant soit peu en-deçà du 70e parallèle de latitude. Le tonnerre sera déjà très rare ; à peine l'entendra-t-on une fois dans l'année ; mais enfin, il ne sera plus permis de dire d'une manière absolue qu'on a dépassé la région des orages.

Les tableaux météorologiques du *second voyage du même officier à la baie de Baffin*, embrassent l'intervalle compris entre le 1er juin 1821 et le 30 septembre 1823, c'est-à-dire 28 mois, parmi lesquels se trouvent *trois périodes complètes* des mois d'été, ou des mois à orages. Dans ce long intervalle et par des latitudes toutes un peu inférieures à 70°, je trouve cette indication, mais celle-là seulement :

7 *août* 1821.... *Quelques éclairs et quelques coups de tonnerre.*

La latitude, le 7 août, devait être d'environ 65°.

Au *fort Franklin*, latitude 67° $\frac{1}{2}$ *nord*, longitude 123° $\frac{1}{5}$ *ouest* de Greenwich, du commencement de septembre 1825 à la fin d'août 1826, c'est-à-dire en

une année entière, M. le capitaine Franklin et ses compagnons de voyage,

N'entendirent le tonnerre qu'*un seul jour, le* 29 *mai* 1826.

Les tableaux météorologiques de la même station, pour l'intervalle compris entre le commencement de septembre 1826 et le milieu de mai 1827, ne signalent qu'un jour de tonnerre :

Le 11 septembre 1826.

Pendant sa pénible expédition dans les régions septentrionales de l'Amérique, le capitaine *Back* éprouva au commencement d'août 1834, un violent orage avec *éclairs et tonnerre,* à la pointe *Ogle,* par $68^{\circ}\frac{1}{3}$ de latitude nord et $97^{\circ}\frac{1}{3}$ de longitude occidentale.

L'Islande est souvent citée comme un pays où il ne tonne *jamais.* Le mot *jamais* devra être changé. M. *Thortensen,* médecin dans cette île, a bien voulu m'adresser les précieuses observations météorologiques qu'il a faites, à *Reikiavik* (latitude 65°), depuis le 21 septembre 1833 jusqu'au 30 août 1835. Dans cet intervalle d'environ *deux ans,* je trouve :

Un jour, le 30 NOVEMBRE 1833, où l'on a entendu le tonnerre !

DEUXIÈME QUESTION. — *Quels sont les lieux où il tonne le plus?*

Quoique nous ayons pu citer un pays (le Bas-Pérou), situé dans les régions équinoxiales, où il

ne tonne jamais, *en moyenne*, c'est dans ces régions qu'il tonne le plus. On verra, en effet, dans le tableau numérique par lequel ce chapitre devra naturellement se terminer, qu'en France, qu'en Angleterre, qu'en Allemagne, le nombre moyen annuel des jours de tonnerre, s'élève rarement à 20, tandis qu'à *Rio-Janeiro* et dans l'*Inde*, on en trouve au-delà de 50.

TROISIÈME QUESTION. — *Tonne-t-il aujourd'hui aussi souvent que jadis?*

Les météorologistes qui veulent comparer l'état ancien à l'état moderne du globe, sous le rapport de la température, de la pluie, de la pression atmosphérique, du magnétisme, etc., échouent dans leurs recherches, parce que le point de départ leur manque absolument, parce que l'antiquité ne possédait ni thermomètre, ni udomètre, ni baromètre, ni boussole d'aucune espèce, etc. La question que le titre de ce paragraphe signale était plus simple; ici les instruments ne semblaient pas nécessaires; si au lieu de disserter longuement et bien inutilement sur la cause physique du météore, *Pline*, *Sénèque*, etc., s'étaient *abaissés* à nous dire, *combien de jours*, terme moyen, il tonnait par an, à *Rome*, à *Naples*, etc., ces chiffres, rapprochés de ceux qui se trouvent consignés dans quelques tableaux météorologiques de notre époque, conduiraient à de curieux résultats. Il n'y a évidemment aucun moyen de sup-

pléer à ces données; j'ai pensé, toutefois, qu'il me serait permis de chercher dans le recensement des *coups foudroyants* cités par les historiens, non assurément une solution réelle de la question soulevée, mais un simple aperçu, mais un léger indice qui, dans le doute, pourrait nous porter à faire pencher la balance d'un côté plutôt que de l'autre.

Hérodote dit (livre 7, *Polymnie*) « *Xerxès* serrant » de près l'*Ida*, situé à sa gauche, atteignit le ter- » ritoire de *Troie*. La première nuit qu'il campa au » pied de cette montagne, le tonnerre et les éclairs » assaillirent son armée *et lui tuèrent beaucoup* » *d'hommes*. On arriva ensuite au *Scamandre*, etc., etc. »

On verra bientôt, d'après les renseignements que j'ai recueillis, qu'il ne tonne pas plus *aujourd'hui* dans l'Asie-Mineure que dans les climats d'Europe. Or, je doute fort que le tonnerre ait jamais figuré, au ministère de la guerre, parmi les causes d'affaiblissement de nos armées; je doute qu'aucun de nos généraux ait eu l'occasion de parler, comme le fait *Hérodote*, de la perte *de beaucoup d'hommes* occasionée par ce météore.

Pausanias rapporte qu'à l'époque où une armée lacédémonienne campait sous les murs d'*Argos*, *beaucoup de soldats* furent foudroyés.

J'ai acquis la preuve que *de nos jours*, le nombre et l'intensité des orages sont peu considérables dans l'Attique et le Péloponnèse. Le récit de *Pausanias*, comme celui d'*Hérodote*, tendrait donc à faire

croire que depuis les temps anciens, il y a eu en Grèce, sous ce rapport, diminution notable. Je dois cependant signaler une circonstance qui atténue l'importance du témoignage de *Pausanias*, en tant qu'il s'agit ici d'un phénomène atmosphérique annuel : les tonnerres foudroyants dont l'armée lacédémonienne eut tant à souffrir, coïncidèrent avec un épouvantable tremblement de terre.

Pline le Naturaliste me fournit ce passage :

« En Italie, on a cessé de construire des tours, » pendant la guerre, entre *Terracine* et le temple de » *Féronie*, parce que toutes étaient renversées par » le tonnerre. »

Un grand nombre de tours renversées par le tonnerre ! c'est un effet probablement très supérieur à ce que le météore produit aujourd'hui sur le territoire de *Terracine*, dans l'espace d'un grand nombre d'années.

En m'étayant de la remarque pleine de justesse, que si l'histoire des anciens peuples est remplie de fables, leur fable d'autre part abonde en événements historiques, il me serait peut-être permis de citer *Virgile, Ovide, Properce*, pour prouver que le tonnerre fesait jadis plus de victimes que de nos jours. Tandis que l'histoire moderne ne nous présenterait aucun homme de marque foudroyé, nous trouverions dans les trois poètes, les noms de *Salmonée*, de *Capanée*, de *Sémélé*, de *Rémulus*, d'*Encelade*, de *Typhon*, d'*Ajax* fils d'*Oïlée*; d'*Escu-*

lape, d'*Adimante* prince de *Phlionte*, de *Lycaon*, etc. Les poètes paraissent-ils d'une garantie trop douteuse en matière de physique pour figurer ici, je citerai la mort de *Tullus-Hostilius*, d'après l'autorité de *Tite-Live* et de *Denys d'Halicarnasse*; la mort de l'empereur *Carus*, foudroyé dans sa tente vers l'année 283, s'il faut en croire *Flavius Vopiscus*; la mort de l'empereur *Anastase* Ier. En suivant *Octave-Auguste* chez les *Cantabres*, je verrai la foudre sillonnant sa litière, tuer l'esclave qui le précédait pour l'éclairer. Lorsqu'à son retour d'*Apollonie*, il entrera dans *Rome*, la foudre, par un ciel presque serein, ira frapper le monument de *Julie*, fille de *César*; peu de temps après, le même météore enlèvera une lettre dans l'inscription de la statue de l'Empereur, etc.

Ctésias dit qu'*Artaxercès* fit devant lui, *à ses risques et périls*, une expérience qui consistait à écarter les orages à l'aide d'une épée plantée en terre. Aujourd'hui les risques et périls d'une semblable expérience, même pendant nos plus forts orages, seraient si petits que personne n'aurait la pensée d'en tenir note. Ceux donc qui se persuadent, bien à tort je crois, que les anciens auteurs ne renferment rien de hasardé; que toutes leurs paroles étaient passées au creuset d'un raison sévère, trouveront s'ils le veulent dans le passage de *Ctésias*, la preuve que jadis les orages avaient une intensité inconnue aux peuples modernes.

Quant à moi, tout en reconnaissant que chacun

des faits historiques dont il vient d'être mention, serait sans grande valeur considéré isolément, j'estime qu'ils se fortifient assez l'un l'autre, pour donner, dans leur ensemble, quelque probabilité à l'idée que depuis les temps anciens les orages ont diminué d'intensité.

QUATRIÈME QUESTION. — *Des circonstances locales influent-elles sur la fréquence du phénomène?*

La réponse à cette question ne saurait être douteuse, dès qu'on aura seulement remarqué qu'un pays (*le Bas-Pérou*), où il ne tonne jamais, correspond précisément, par sa position géographique, aux régions dans lesquelles, en général, il tonne le plus. Toutefois, comme l'absence d'orages dans le Bas-Pérou est accompagnée de l'absence de nuages proprement dits et de leur remplacement par une vapeur singulière, opaque, permanente, connue dans le pays sous le nom de *Garrua*, d'autres citations deviennent nécessaires.

Je puise celle qui me paraît devoir occuper le premier rang, dans un ouvrage publié à *Glasgow*, en 1835, par M. *Graham Hutchison*, et intitulé : *on meteorology, marsh fevers and ewen's system of equality*.

A la *Jamaïque*, depuis les premiers jours de novembre jusqu'au milieu d'avril, les sommets des montagnes du *Port-Royal* commencent à se couvrir

de nuages entre 11^h et midi. A *une* heure, ces nuages ont acquis leur maximum de densité; la pluie s'en échappe par torrents; des éclairs les sillonnent dans tous les sens; enfin, *le tonnerre* auquel ils donnent naissance fait entendre ses sourds roulements jusqu'à *Kingston*. Vers $2^h \frac{1}{2}$ le ciel a repris sa sérénité.

Ce phénomène, dit M. *Hutchison*, se reproduit TOUS LES JOURS *pendant cinq mois consécutifs !*

Supposons l'observation exacte, et *Kingston* comptera 150 jours de tonnerre par an, tandis que dans les îles voisines, tandis que dans les points du continent semblablement placés sous le rapport climatologique, le nombre de ces jours de tonnerre ne va pas à 50; et l'influence des montagnes de *Port-Royal* sur la production des orages, sera manifeste pour tout le monde.

Cette permanence des orages de la *Jamaïque*, à l'égard de laquelle il est bien désirable que la météorologie recueille des documents plus circonstanciés, plus précis, se retrouve, dit-on, sur quelques points du continent voisin. M. *Boussingault* m'écrit que dans une certaine saison, il tonne presque tous les jours à *Popayan;* que dans un mois (le mois de mai) il a lui-même compté plus de 20 jours orageux. Le fait, au reste, avait été déjà remarqué, car personne dans le pays ne conteste aux *Popayannais*, le droit de se vanter « d'avoir le plus puissant » tonnerre de la république. »

Au besoin, les régions équinoxiales me fourniraient d'autres exemples analogues. Je pourrais, par exemple, citer dans les environs de *Quito*, la vallée de *Chillo* dans laquelle, au dire de tous les habitants, il tonne beaucoup plus que dans les contrées environnantes; mais j'ai hâte de suivre le même phénomène dans nos climats tempérés.

Si l'on jette les yeux sur la table qui termine ce chapitre, on verra qu'en Europe le nombre moyen annuel de jours de tonnerre varie, en masse, assez lentement avec la latitude, pour qu'on dût s'attendre à trouver à *Paris* et aux environs d'*Orléans*, des résultats presque identiques, des résultats différant entre eux de deux ou trois unités au plus. Eh bien! il en est tout autrement.

A *Paris*, il tonne, terme moyen, 14 fois par an, tandis qu'à *Denainvillers*, entre *Pithiviers et Orléans*, le nombre moyen de jours de tonnerre est de la moitié plus fort ou s'élève à près de 21.

Ce rapprochement constate une influence locale manifeste, mais dont il faudra chercher la cause ailleurs que dans *la forme du terrain*; car il serait difficile de citer un pays moins accidenté que celui qui entoure *Paris* et *Orléans*.

Cette cause, la trouvera-t-on dans la *Loire*, dans la vaste *forêt d'Orléans*, dans la *Sologne*? C'est une question que je me garderai bien d'aborder en ce moment. Je dirai même que suivant quelques météorologistes, *la nature du terrain* peut contribuer

aussi à rendre les *orages accompagnés de tonnerre* plus ou moins fréquents. Voici, à ce sujet, les remarques, réduites en tableaux, que M. *Lewis Weston Dillwyn* adressait, en 1803, à M. *Luke Howard :*

Est du *Devonshire ;* beaucoup d'orages; (peu de mines métalliques).

Devonshire ; un peu moins; (plus de mines).

Cornouailles ; moins encore ; (pays de mines).

Envir. de *Swansea ;* orages très rares ; (grande abondance de mines de fer).

Sud de *Devon;* orages assez fréquents ; (point de mines).

Nord de *Devon ;* orages notablement moins fréquents qu'au sud ; (beaucoup de mines de fer, de cuivre et d'étain exploitées).

M. *Dillwyn* maintenait aussi que les pays calcaires sont ceux où les orages ont le plus de force et de fréquence.

Je n'ai aucun moyen de vérifier les faits sur lesquels M. *Dillwyn* s'est appuyé. Je rapporte ici son opinion, non que je la croie établie, mais parce qu'elle peut devenir un curieux sujet de recherches.

Ce serait une grande découverte dans la physique du globe, que *la preuve* d'une liaison intime et prononcée *entre la nature géologique des terrains et le nombre ou la force des orages;* aussi je manquerais presque à un devoir, si je négligeais de citer des lieux, autres que le Cornouailles, où cette liaison a aussi été soupçonnée. — Voici ce que je lis dans la *Statistique minéralogique et géologique du département de la Mayenne*, par M. Blavier, ingénieur des Mines.

« .... Dans le département de la Mayenne, il existe des masses de diorite grenue ou compacte (*grünstein*), qui renferment une proportion notable de fer, et qui agissent sur l'aiguille aimantée. Il nous a été assuré que certaines communes, celle de *Niort*, par exemple, voyaient toujours les orages les plus menaçants, se dissiper à leur approche, ou les tourner dans certaines directions. Nous pensons que c'est dans l'action (l'action conductrice) de plusieurs masses considérables de diorite qui se montrent dans cette contrée, qu'il convient de chercher l'explication de ce fait. »

Au surplus, faudrait-il donc tant s'étonner de l'influence que la nature du sol pourrait exercer sur les orages, lorsqu'on a déjà cru apercevoir qu'elle n'est pas sans effet sur l'étendue superficielle des averses. En juillet 1808, M. *Howard* parcourant avec rapidité une certaine partie de l'Angleterre dans la direction de *Londres* à *Saint-Albans*, trouvait

successivement la terre ou sèche, ou mouillée par la pluie, suivant qu'elle appartenait à un terrain calcaire ou sablonneux. Ces passages du sec à l'humide se répétèrent trop souvent, pour qu'on ne dût y voir qu'un effet du hasard.

CINQUIÈME QUESTION. — *Tonne-t-il tout autant en pleine mer qu'au milieu des continents?*

J'ai cru devoir examiner si, comme on l'a prétendu sans en administrer la preuve, il tonne moins souvent en pleine mer qu'au centre des continents. Jusqu'ici mes recherches confirment cette opinion. En marquant sur une mappemonde, d'après leurs latitudes et leurs longitudes, tous les points dans lesquels des navigateurs ont été assaillis par des orages accompagnés de tonnerre, il paraît évident à la simple inspection de la carte, que le nombre de ces points diminue avec l'éloignement des continents. J'ai même déjà quelque raison de croire qu'au-delà d'une certaine distance de toute terre, *il ne tonne jamais.* Je présente cependant ce résultat avec toute la réserve possible, car la lecture de tel ou tel voyage, pourrait demain venir me prouver que je me suis trop hâté de généraliser. Au reste, pour sortir au plus vite d'incertitude sur ce point, je n'ai pas trouvé de meilleur moyen que de recourir à la complaisance et à l'érudition nautique de M. le capitaine *Duperrey*. Le dernier mot de ce savant na-

vigateur, quand il me sera parvenu, me donnera une assurance qui aujourd'hui serait prématurée. Je puis, au contraire, me montrer dès ce moment complétement affirmatif, sur le fait de la diminution des orages en mer. Je trouverai, par exemple, une preuve démonstrative de cette diminution, dans l'intéressant voyage que M. le capitaine *Bougainville* vient de publier.

La frégate *la Thétis* commandée par cet officier, quitte la rade de *Tourane* (*Cochinchine*), vers le milieu de février 1825, et fait voile pour *Sourabaya,* situé à l'extrémité sud-est de *Java*. Pendant cette traversée, à peine essuie-t-elle un orage accompagné de tonnerre. Elle arrive enfin, et pendant son séjour dans la rade (du 19 mars au 30 avril), le tonnerre ne cesse de gronder tous les après-midis. *La Thétis* fait voile le 1er mai pour le *Port-Jackson*. Pendant plusieurs jours, elle se maintient presque exactement sur le parallèle de *Sourabaya*. Toutefois, à peine a-t-elle perdu de vue les terres de *Java*, que le tonnerre cesse de se faire entendre. En résumé, *avant* d'atteindre *Sourabaya*, les météorologistes de *la Thétis* n'ont aucun coup de tonnerre à enregistrer; *pendant* le séjour dans la rade et jusqu'à l'époque de l'appareillage, il tonne presque tous les soirs; *après* le départ du navire l'équipage n'entend plus rien. L'épreuve ne saurait être plus complète. Disons cependant de nouveau que la conséquence qui en découle, est largement confirmée par l'en-

semble des observations recueillies dans toutes les régions du globe. Ainsi, l'atmosphère océanique est beaucoup moins apte à engendrer des orages que celle des continents et des îles.

SIXIÈME QUESTION. — *Quelle est de nos jours, quant à la fréquence, la distribution géographique des orages?*

Ce paragraphe, comme son titre l'indique suffisamment, doit se composer d'un extrait des tableaux que les météorologistes ont formés dans toutes les régions du globe. Si ces tableaux étaient plus nombreux, plus complets, plus précis, je n'aurais eu à faire qu'une simple compilation; malheureusement le travail n'était pas aussi simple. Celui qui, sans examen, recueillerait de toute main, s'exposerait aux plus graves méprises. Un ou deux exemples expliqueront ma pensée.

Les tableaux météorologiques de la Société royale de *Londres,* ont été long-temps cités comme des modèles. On y trouve, indépendamment des observations journalières du thermomètre et du baromètre, la mesure de la pluie, la direction du vent, une indication minutieuse des jours sereins, des jours nuageux, des jours de brouillard, des jours où il a bruiné. Jamais ou presque jamais on n'y fait mention du tonnerre. En songeant à la grande importance de ce météore, comparé à ceux qui sont scru-

puleusement enregistrés, on serait en vérité autorisé à croire qu'il ne tonne jamais à *Londres*. Il y tonne, cependant, et presque autant qu'à *Paris*. Si les tableaux n'en font pas mention, c'est tout simplement que ce phénomène n'a pas fixé l'attention du météorologiste de la Société royale; c'est que son travail a toujours été incomplet.

De pareilles lacunes existent dans les collections académiques des *États-Unis d'Amérique*. Elles sont d'autant moins excusables que ce pays est dans une position exceptionnelle; que le nombre et l'intensité des orages y surpassent de beaucoup ce qu'on observe en Europe par des latitudes correspondantes. Le pis de ces négligences (je ne les qualifierai pas d'un nom plus sévère), c'est qu'en se les permettant sans en avertir, on expose la science à faire fausse route.

Dans la table qui suit je me suis attaché, autant que cela dépendait de moi, à rapporter des observations sur l'exactitude desquelles on pût compter. J'y ai classé les villes, d'après le nombre moyen de coups de tonnerre qu'on y entend, et non pas, ce qui par le fait serait très différent, d'après les latitudes géographiques. Quand les éléments du calcul ne m'ont pas manqué, j'ai indiqué par des nombres entiers ou fractionnaires (1), la distribution

(1) Pourquoi des nombres fractionnaires dans une question qui de prime abord, ne semble devoir comporter que des nombres

des orages dans les divers mois de l'année. Je veux, je dois attendre avant de me livrer à une discussion minutieuse de tous ces chiffres, que la table soit plus complète. L'intérêt d'une semblable discussion ne soulèvera de doute dans l'esprit de personne, si seulement on se donne la peine de remarquer que sans dépasser la zone tempérée, les mois pendant lesquels il tonne le plus dans certains lieux, sont précisément ceux où il tonne le moins dans d'autres.

Calcutta (latit. 22° $\frac{1}{2}$ N.; longit. 86° E.)... **06**.

Une seule année d'observations, l'année 1785.

Répartition des 60 jours de tonnerre :

janvier...	0;	février....	4;	mars.....	6;
avril.....	5;	mai.....	7;	jnin.....	8;
juillet....	6;	août.....	10;	septembre...	9;
octobre...	5;	novembre.	0;	décembre....	0.

Patna (dans l'Inde), latit. 25°37′ N..... **55**

Une seule année d'observations de M. *Lind.*

---

entiers ? La réponse est toute simple : 0,3 placé vis-à-vis de février, signifie que dans ce mois il tonne 3 *fois* en *dix ans ;* 0,1 emporte la conséquence que dans le même intervalle *de dix ans,* il ne tonne qu'*une* fois en novembre, etc., etc. Pour avoir, à Paris, le nombre moyen de jours de tonnerre de septembre entre 1806 et 1815, on a additionné le nombre de manifestations de ce météore durant les mois de septembre de ces 10 années consécutives. La somme totale étant de 15, il a bien fallu en divisant cette somme par 10, tomber sur le nombre fractionnaire 1,5.

Ces 53 jours de tonnerre ont été renfermés entre mai et décembre inclusivement.

Rio-Janeiro (latit. 23° S.; longit. 45° $\frac{1}{2}$ O.)... 50,7

6 années d'observations de M. *Dorta* (de 1782 à 1787).

Extrêmes... 38 en 1786 et 77 en 1782.

Répartition par mois de ces 50,7 orages annuels :

janvier....	10,2;	février....	9,3;	mars...	4,0;
avril.....	1,7;	mai.....	0,8;	juin....	0,7;
juillet.....	1,3;	août.....	1,1;	septem.	2,8;
octobre....	3,7;	novembre.	6,0;	décemb.	9,0.

Maryland (États-Unis) .... (latitude, 39° N. (Longitude, 79° O.)..... 41

Une seule année d'observations de M. *Richard Brooke*.

janvier.....	0;	février....	0;	mars.....	5;
avril.....	1;	mai.....	10;	juin.....	8;
juillet.....	11;	août.....	5;	septembre	0;
octobre.....	1;	novembre.	0;	décembre.	0.

Ile de la Martinique (latitude, 14° $\frac{1}{2}$ N.; longi-

tude, 63° $\frac{1}{2}$ O.)..... 39

Il ne tonne jamais à la Martinique pendant les mois de janvier, février, mars et décembre. C'est en septembre qu'il tonne le plus souvent.

.....(*Abyssinie*) (latit. 13° N.; longit. 35° E.).. 38

Une seule année d'observations de *Bruce* (1770) :

Répartition par mois :

janvier...	0,0;	février....	0,0;	mars.....	4,0;
avril.....	4,0;	mai.....	6,0;	juin.....	7,0;
juillet....	3,0;	août.....	6,0;	septembre.	4,0;
octobre..	4,0;	novembre.	0,0;	décembre..	0,0.

Ile de la Guadeloupe (latit. 16° $\frac{1}{3}$ N.; longitude 64° O.)..... 37

Il ne tonne jamais dans cette île pendant les mois de janvier, février, mars et décembre ;

Le mois de septembre est celui pendant lequel il tonne le plus souvent.

Viviers, département de l'Ardèche (latitude 47° $\frac{1}{2}$ N.; longitude 2° $\frac{1}{3}$ E.)..... 24,7

10 années, de 1807 à 1816.

Extrêmes.... 14 en 1814; 35 en 1811.

Répartition par mois des 24,7 orages annuels :

janvier...	0,0;	février....	0,1;	mars.....	0,6;
avril.....	2,2;	mai.....	4,0;	juin.....	3,4;
juillet....	5,1;	août.....	3,4;	septembre.	3,1;
octobre..	2,2;	novembre.	0,6;	décembre..	0,0.

Québec (Canada) (latitude $46^{\circ}\frac{3}{4}$ N.; longitude $73^{\circ}\frac{1}{2}$ O.)..... **233,**

janvier...	0,0;	février....	0,0;	mars.....	0,0;
avril.....	0,6;	mai.....	2,5;	juin.....	5,5;
juillet....	8,0;	août.....	5,0;	septembre.	1,0;
octobre...	0,5;	novembre.	0,1;	décembre..	0,1.

Buenos-Ayres (latitude $34^{\circ}\frac{1}{2}$ S.; longitude $60^{\circ}\frac{3}{4}$ O.)..... **22,6**

7 années d'observations de M. *Mossotti.*

Répartition suivant les mois :

janvier...	1,9;	février....	2,6;	mars.....	2,1;
avril.....	1,8;	mai.....	1,7;	juin.....	1,1;
juillet....	1,3;	août.....	1,0;	septembre.	2,9;
octobre..	2,3;	novembre.	1,8;	décembre.	2,0.

Denainvilliers (près Pithiviers, Loiret) (latitude 48° N.; longitude 0°...)..... **20,6**

24 années d'observations de *Duhamel* (entre 1755 et 1780).

Extrêmes... 15 en 1765, 32 en 1769.

Répartition, par mois, de 20,6 jours de tonnerre :

janvier...	0,1 ;	février....	0,1 ;	mars.....	0,5 ;
avril.....	1,6 ;	mai.....	3,6 ;	juin.....	4,5 ;
juillet....	4,4 ;	août.....	3,5 ;	septembre.	1,5 ;
octobre...	0,5 ;	novembre.	0,3 ;	décembre .	0,0.

Smyrne (latit. 38° $\frac{1}{2}$; longit. 24° $\frac{3}{4}$ E.).... **19**

Une seule année d'observations de M. *de Nerciat.*

Répartition dans les divers mois :

janvier...	2,0 ;	février....	4,0 ;	mars.....	4,0 ;
avril.....	1,0 ;	mai.....	1,0 ;	juin.....	0,0 ;
juillet....	0,0 ;	août.....	0,0 ;	septembre.	3,0 ;
octobre...	0,0 ;	novembre.	1,0 ;	décembre.	3,0.

Berlin (latit. 52° $\frac{1}{2}$ N.; longit. 11° E.)..... **18,4**

15 années d'observations de *Béguelin*, de 1770 à 1785.

Extrêmes.... 11 en 1780, 30 en 1783.

Répartition, par mois, des 18,4 orages annuels :

janvier...	0,0 ;	février....	0,0 ;	mars.....	0,1 ;

avril.....	0,6;	mai.....	2,6;	juin.....	3,9;
juillet....	4,2;	août.....	5,3;	septembre.	1,3;
octobre...	0,1;	novembre.	0,1;	décembre..	0,1.

Padoue (latit. 45° $\frac{1}{3}$ N.; longit. 9° $\frac{1}{2}$ E.).. **17,5**

4 années d'observations, de 1780 à 1783.

Répartition par mois de ces 17,5 jours de tonnerre:

janvier...	0,0;	février....	0,0;	mars.....	1,2;
avril.....	2,2;	mai.....	1,2;	juin.....	3,5;
juillet....	3,5;	août.....	2,5;	septembre.	0,7;
octobre..	1,0;	novembre.	1,5;	décembre..	0,0.

Strasbourg (latit. 48° $\frac{1}{2}$ N.; longit. 5° $\frac{1}{2}$ E.)... **17**

20 années d'observations de M. *Herrenschneider*.

Extrêmes.... 6 en 1818, 21 en 1831.

(Je n'ai pas, en ce moment, la répartition par mois.)

Maëstricht (latit. 51° N.; longit. 3° $\frac{1}{3}$ E.).... **16,2**

11 années d'observations de M. *Crahay*.

Les extrêmes sont : 8 en 1823, et 27 en 1826.

Répartition par mois :

janvier...	0,0;	février....	0,1;	mars.....	0,4;
avril.....	1,5;	mai.....	2,5;	juin.....	2,9;
juillet....	3,7;	août.....	3,3;	septembre.	1,4;
octobre...	0,5;	novembre.	0,1;	décembre..	0,1.

Lachapelle (près de Dieppe) (latit. 50° N.; longit. 1° $\frac{1}{4}$ E.). **15,7**

18 années d'observations faites sous l'inspection de M. *Nell de Bréauté*, par M. *Racine :*

Extrêmes.... 6 en 1820 ; 23 en 1828.

Répartition de ces 16 orages annuels par mois :

janvier...	0,2 ;	février....	0,2 ;	mars.....	0,5 ;
avril.....	1,1 ;	mai.....	2,6 ;	juin.....	3,2 ;
juillet....	2,3 ;	août.	1,8 ;	septembre.	1,3 ;
octobre...	0,7 ;	novembre.	0,8 ;	décembre.	1,0.

Toulouse (latit. 43° $\frac{1}{2}$ N.; longit. 1° O.)... **15,4**

7 années d'observations, de 1784 à 1790.

Extrêmes... 4 en 1784; 24 en 1788.

Utrecht (Hollande) (latit. 52° N. ; long. 2° $\frac{3}{4}$ E.). **15**

(Un grand nombre d'années d'observations citées par *Muschenbroek.*)

Extrêmes... 5 en 1740 ; 23 en 1737.

Tubingue (latit. 48° $\frac{1}{2}$ N.; longit. 6° $\frac{3}{4}$ E.)... **14,6**

9 années d'observations de *Kraafft.*

Paris (latit. 48° 50′; longit. 0°.).

19 années (de 1785 à 1803)..... **12,2**.

Extrêmes... 7 en 1796; 22 en 1794.

Répartition suivant les mois :

janvier....	0,1;	février....	0,1;	mars....	0,2;
avril.....	0,8;	mai.....	1,8;	juin.....	3,0;
juillet.....	2,5;	août.....	2,2;	septemb.	0,7;
octobre....	0,6;	novembre..	0,1;	décemb..	0,1.

10 années, de 1806 à 1815..... **14,9**.

Extrêmes... 8 en 1815; 25 en 1811.

janvier....	0,0;	février....	0,3;	mars....	0,1;
avril.....	0,5;	mai.....	3,2;	juin.....	3,1;
juillet.....	2,7;	août.....	2,4;	septemb..	1,5;
octobre....	0,7;	novemb...	0,1;	décemb..	0,3.

De 1816 à 1825..... **13,2**.

Extrêmes... 6 en 1823; 22 en 1822.

janvier....	0,1;	février....	0,0;	mars....	0,5;
avril.....	1,0;	mai.....	3,0;	juin.....	2,8;
juillet.....	2,1;	août.....	1,5;	septemb.	1,6;
octobre...	0,3;	novembre.	0,2;	décemb..	0,1;

De 1826 à 1837..... **14,7**.

Extrêmes... 8 en 1831; 20 en 1827.

janvier....	0,0;	février....	0,1;	mars....	0,3;
avril.....	0,9;	mai.....	3,1;	juin....	2,9;
juillet....	3,2;	août.....	2,2;	sept.....	1,2;
octobre...	0,6;	novemb...	0,0;	décemb..	0,1.

Moyennes des quatre périodes.

De 1785 à 1837..... **13,8**

janvier....	0,1;	février....	0,1;	mars....	0,3;
avril.....	0,8;	mai.....	2,7;	juin.....	2,9;
juillet.....	2,6;	août.....	2,1;	septemb.	1,3;
octobre....	0,5;	novembre.	0,1;	décemb..	0,1.

Leyde (Hollande) (Latit. 52° N.; longit. 2° E.) **13,5**

29 années d'observations de *Muschenbroek.*

Extrêmes..... 5 en ....; 17 en 1748.

Répartition par mois des 13,5 jours annuels de tonnerre :

janvier...	0,1;	février...	0,4;	mars.....	0,2;
avril.....	0,3;	mai.....	2,1;	juin.....	2,7;
juillet....	2,9;	août.....	2,9;	septembre..	1,0;
octobre...	0,3;	novembr.	0,3;	décembre..	0,2.

Athènes (latitude 38° N.; longit. 21° $\frac{1}{3}$ E.)... **11**

3 années, de 1833 à 1835.

Extrêmes.... 7 en 1835; 18 en 1834.

Polpero (côte orientale du *Cornouailles*) (latitude 50° $\frac{1}{3}$ N.; longitude 6° $\frac{1}{2}$ O.)..... **10**

13 années d'observations de M. *Jonathan Couch*

Pétersbourg (latit. 60° N.; longit. 28° E.)... 9,2

11 années d'observations de *Kraafft* (depuis 1726 jusqu'en 1736).

La répartition, par mois, de ces 9 années, s'effectue ainsi :

janvier...	0,0;	février...	0,0;	mars.....	0,0;
avril.....	0,7;	mai.....	2,7;	juin.....	2,1;
juillet...	2,5;	août.....	0,9;	septembre.	0,1;
octobre..	0,0;	novembre.	0,1;	décembre..	0,0.

Londres (latitude 51° $\frac{1}{2}$ N.; longitude 2° $\frac{1}{2}$ O.) 8,5

13 années d'observations de M. *Howard* (de 1807 à 1822), faites à *Plaistow*, à *Clapton* et à *Tottenham*, près de Londres.

Extrêmes..... 5 en 1819; 13 en 1809.

Répartition, par mois, des 8,5 orages annuels :

janvier..	0,0;	février...	0,2,	mars....	0,4;
avril....	0,4;	mai.....	1,8;	juin.....	1,4;
juillet...	2,0;	août.....	1,3;	septemb.	0,4;
octobre..	0,4;	novemb..	0,2;	décembr.	0,1.

Pékin (latitude 40° N.; longitude 114° E.) 5,8

6 années d'observations des missionnaires (de 1757 à 1762).

Extrêmes..... 3 en 1757, 14 en 1762.

Répartition, par mois, des 5,8 tonnerres annuels

janvier....	0,0;	février....	0,0;	mars.....	0,0;
avril.....	0,2;	mai.....	0,5;	juin.....	2,0;
juillet.....	1,7;	août.....	1,0;	septembre..	0,3;
octobre....	0,1;	novembre.	0,0;	décembre..	0,0.

Le Caire (Égypte) (latitude 30° N.; longitude 29° E.)..... 3,5

2 années d'observations de M. le docteur *Destouches* (1835 et 1836).

Extrêmes.... 3 en 1836; 4 en 1835.

Répartition de 3,5 jours d'orages annuels :

janvier...	1,0;	février...	0,0;	mars.....	0,5;
avril.....	1,0;	mai.....	0,0;	juin.....	0,0;
juillet....	0,0;	août	0,0;	septembre .	0,0;
octobre..	0,0;	novembre	0,5;	décembre ..	0,5.

§ (DD).

Dans quelles saisons les coups de tonnerre foudroyants sont-ils le plus fréquents?

Autant je suis éloigné de regarder l'ensemble des proverbes, des dictons populaires, comme le *code de la sagesse des nations*, autant je crois que les physiciens ont eu tort de n'accorder que leur dédain à ceux de ces proverbes qui se rapportent à des phénomènes naturels. Les accepter aveuglément serait assurément une grande faute; mais ce n'en est pas une moindre que de les rejeter sans examen. En me laissant gui-

der par ces principes, il m'est quelquefois arrivé déjà de trouver d'importantes vérités, là où l'on s'obstinait à ne voir que le fruit de la préoccupation et des préjugés. Aussi, malgré tout ce qu'il y avait d'improbable, disons mieux, de contraire aux idées reçues, dans l'aphorisme des campagnards :

« *Les tonnerres ne sont jamais plus dangereux que dans les saisons froides,* »

J'ai pensé devoir le soumettre à une épreuve dont personne n'a le droit d'appeler, à celle de l'observation. Cette épreuve, au surplus, voici de quelle manière simple il m'a paru qu'on pouvait la faire.

J'ai tenu note, dans mes lectures, DE TOUS *les coups foudroyants* à dates certaines, signalés par les navigateurs, et je les ai classés par mois; bien entendu qu'il a fallu ne comprendre dans ce recensement, que les événements d'un seul hémisphère, car au nord et au midi de l'équateur les mois d'une même dénomination correspondent à des saisons opposées. J'ai dû aussi ne pas étendre le champ des observations, jusqu'à ces régions des tropiques où les divers mois de l'année diffèrent très peu entre eux sous le rapport de la température. J'ai échappé à toutes ces difficultés en me renfermant dans l'intervalle compris entre les côtes d'Angleterre et la Méditerranée inclusivement.

Voici maintenant les résultats.

Janvier.

1749. *Le Dover,* bâtiment marchand anglais

Le 9, latit. 47° 30′ nord; longit. 22° 15′ ouest.

1762. *Bellona*, vaisseau anglais de 74.

Le.....; latit..... longit.....

1784. *Le Thisbé*, vaisseau de guerre anglais.

Le 3 (côtes d'Irlande).

1814. *Le Milford*, vaisseau de ligne anglais.

Le....(dans le port de *Plymouth*).

1830. *L'Etna*, *le Madagascar*, *le Mosqueto*, navires de guerre anglais.

Le....(dans le canal de *Corfou*).

Février.

1799. *Le Cambrian*, vaisseau de guerre anglais.

Le 22 (près de *Plymouth*).

1799. *Le Terrible*, vaisseau de ligne anglais.

Le 23 (près des côtes d'Angleterre).

1809. *Le Warren-Hastings*, vaisseau de ligne anglais.

Le 14 (à *Portsmouth*).

1812. *Trois* vaisseaux de ligne.

Le 23 (à *Lorient*).

Mars.

1824. *Le Lydia de Liverpool.*

Le 23 (dans la traversée de *Liverpool* à *Miramichie*).

Avril.

1811. *L'Indefatigable*, *le Warley*, *la Persévérance*, *le Warren-Hastings*, navires anglais marchant de conserve.

Le 20, latit. 46° 46′ N., longit. 11° 39′.

1824. *L'Annibal de Boston.*

Le 22, latit. 44° N., longit. 40° O.

1824. *Le Hopewell*, navire marchand anglais.

Le 22, latit. 44° 30′ N., longit.....

1824. *La Pénélope de Liverpool.*

Le 22, latit. 46° N., longit. 39° O.

1827. *Le New-York*, paquebot de 500 tonneaux.

Le 19, latit. 38° 9′ N., longit. 61° 17′ O.

Pendant la traversée de *New-York* à *Liverpool.*

Mai.

.....

Juin.

.....

Juillet.

1681. *L'Albemarl*, bâtiment anglais près du *cap Cod*, latit. 42° N.

1830. *Le Gloucester* et *le Melville*, vaisseaux de ligne anglais.

Le..... (en été), près de *Malte.*

Août.

1808. *Le Sultan*, vaisseau de ligne anglais.

Le 12 (à *Mahon*).

Septembre.

1813. Cinq des treize vaisseaux de ligne de l'amiral *Exmouth.*

Le 2 (à l'embouchure du Rhône).

1822. *L'Amphion* de *New-York.*

Le 21 (à quelque distance de *New-York*).

Octobre.

1795. *Le Russel;* vaisseau de ligne anglais.
Le 5 (près de *Belle-Ile*).
1813. *Le Barfleur,* vaisseau anglais de 98 canons.
A la fin du mois (dans la *Méditerranée*).

Novembre.

1696. *Le Trumbull,* galère anglaise.
Le 26 (rade de *Smyrne*).
1811. *Le Belle-Ile,* brick de *Liverpool.*
..... (à *Bideford, Devonshire*).
1723. *Le Leipsick,* frégate autrichienne.
Le 12 (à l'entrée du canal de *Céphalonie*).
1832. *Le Southampton,* vaisseau de ligne anglais.
Le 5 (dans les *Dunes*).

Décembre.

1778. *L'Atlas,* vaisseau de la Compagnie des Indes.
Le 31 (à l'ancre dans la *Tamise*).
1820. *Le Coquin,* bâtiment français.
Le 25 (dans la rade de *Naples*).
1828. *Le Roëbuck,* cutter anglais.
..... (à *Portsmouth*).
1832. *Le Logan* de *New-York.*
Le 19 (dans son passage de *Savannah* à *Liverpool*).

Quand on a parcouru de l'œil ce recensement; quand on se rappelle, en même temps, combien il y a d'orages en été, combien peu, comparativement,

il s'en forme pendant l'hiver, il semble difficile de ne pas reconnaître, qu'en mer du moins, les tonnerres des mois chauds sont beaucoup moins dangereux que ceux des saisons froides ou tempérées. Ce résultat me paraît déjà bien établi ; j'eusse désiré, cependant, appuyer sa démonstration sur une statistique plus complète, mais les documents m'ont manqué. J'ajouterai qu'il n'a pas dépendu de moi qu'un aussi petit nombre de navires français figurât dans mon recensement. Pour les Anglais, j'ai pu mettre à profit les citations contenues dans d'excellents mémoires de M. *Harris* sur les paratonnerres.

EXPLICATIONS, REMARQUES ET RAPPROCHEMENTS CONCERNANT LES OBSERVATIONS PRÉCÉDENTES.

Avant de discuter les divers moyens qui ont été proposés pour se garantir de la foudre, jetons un regard sur la longue carrière que nous venons de parcourir, non assurément avec l'intention d'en faire surgir une théorie dans laquelle toutes les expériences viendraient convenablement s'encadrer, mais avec l'espoir infiniment plus modeste, d'arriver par divers rapprochements à la découverte de quelques vérités que le seul examen de chaque fait isolé ne nous a pas encore dévoilées.

De toute antiquité on a su que *le son* n'est point une matière. Aristote, par exemple, avait parfaitement reconnu qu'il résulte des simples ondulations

de l'air ordinaire. Aujourd'hui ce résultat, avec une seule modification, peut être étendu sans scrupule à la lumière. La lumière aussi est la conséquence du mouvement ondulatoire, *non de l'air,* mais de certain milieu très rare et très élastique qui remplit tout l'univers et qu'on est convenu d'appeler l'*éther*.

Doit-on ranger la foudre dans la même catégorie, elle dont la présence se manifeste presque toujours simultanément par de la lumière et par du son? Quoique partisan déclaré de la théorie des ondes lumineuses, je reste complétement indécis, je l'avoue, devant la question qu'on vient de lire.

Lorsque je prends les expériences de M. *Wheatstone* pour complétement avérées; lorsque mon attention se porte sur l'incomparable rapidité avec laquelle la foudre traverse les régions aériennes et les corps solides qui la propagent à la surface de la terre, je me sens peu enclin à la composer d'une agglomération de molécules matérielles, d'un amas de très petits projectiles : des ondulations semblent se concilier beaucoup mieux avec de pareilles vitesses. Bientôt après, cependant, me reviennent à l'esprit, ces grands effets mécaniques, ces transports de poids considérables opérés par la foudre. Si je me rappelle, en même temps, que malgré toute la délicatesse des procédés employés; qu'en opérant sur des leviers suspendus dans le vide à des fils d'araignée, avec la lumière concentrée au foyer des plus grands miroirs, des plus larges lentilles, on n'a pas engendré les plus

légères déviations, toutes mes incertitudes renaissent et les *ondulations fulminantes* se représentent à moi hérissées de mille et mille difficultés.

Passons, au surplus, à un examen rapide des principaux phénomènes que nous avons décrits.

Éclairs.

Les *Étrusques* dont toute l'antiquité a célébré la science au sujet de la foudre, en distinguaient de trois sortes. La première était une foudre d'avis; la seconde produisait déjà certain dommage; la troisième se composait d'un feu destructeur qui frappait les simples individus, ravageait les royaumes, et ne laissait rien de ce qu'elle rencontrait dans l'état primitif.

Jupiter lançait la première à sa guise; la seconde ne partait de sa main que sur l'avis d'un conseil composé de douze grands dieux; la troisième, enfin, exigeait impérieusement un arrêt des dieux *supérieurs*.

On conçoit difficilement que des peuples chez lesquels régnaient de pareilles idées, aient cru nécessaire de rechercher comment la foudre s'engendrait dans les nuages, comment naissait la lumière, comment se produisait le bruit. Cependant ces questions occupent une large place dans les traités d'*Aristote*, dans le poème de *Lucrèce*, dans les écrits de *Pline*, dans les *Questions naturelles de Sénèque*. Ce dernier philosophe a résumé, en quelques pa-

roles, les opinions plus ou moins dissemblables dans la forme, mais fort analogues quant au fond, des physiciens de l'antiquité touchant l'origine des éclairs :

« Le feu s'engendre par la percussion de l'acier » sur la pierre, ou par le frottement de deux » morceaux de bois. Il se peut donc que les nuages » (emportés par le vent) s'enflamment de même, » par voie de percussion ou de frottement (*Q. N.*, » liv. II, § 22). »

J'engagerai ceux qui seraient disposés à traiter avec trop de dédain le rapprochement, assurément bien forcé, qu'on vient de lire, à voir auparavant combien 2000 ans ont laissé encore de lacunes dans l'explication du phénomène que le célèbre auteur des *Questions naturelles* avait en vue.

La matière fulminante, malgré ce qu'aurait pu conduire à penser la vitesse de sa propagation, ne se meut pas avec une liberté indéfinie dans les corps solides. Les ruptures, les transports qu'elle occasione, en paraissent une preuve évidente. Quoi de plus naturel, alors, que de supposer qu'en traversant l'air atmosphérique, cette matière pousse vivement devant elle les molécules qui le composent, et qu'il en résulte successivement des compressions dans toute la ligne où le trajet s'opère. Des compressions un peu fortes, comme le prouve le *briquet pneumatique*, sont toujours accompagnées d'un dégagement de lumière ; la direction suivie par la matière fulmi-

nante, doit donc être marquée par un *sillon lumineux*.

Cette argumentation semble bien liée; cependant elle peut donner lieu à plus d'une objection.

Si en chaque point de la ligne que la foudre parcourt, il faut pour qu'un peu de lumière se dégage que certains volumes d'air grossier soient très sensiblement comprimés, on conçoit difficilement comment tous ces déplacements de molécules pourront se concilier avec l'excessive vitesse de propagation de l'éclair que les expériences de M. Wheatstone ont donnée.

L'analogie empruntée au briquet pneumatique, pèche par la base. L'air atmosphérique n'est pas seul en jeu dans cet appareil. Des expériences de M. Thénard prouvent, en effet, que si l'on opère dans un corps de pompe parfaitement nettoyé, à l'aide d'un piston de feutre imbibé d'eau *et non d'une matière grasse ou huileuse*, la compression n'est accompagnée d'aucune production de lumière. Ce sont ces matières qui en prenant feu dans la petite pompe de l'appareil usuel, à la suite du dégagement de chaleur que toute forte compression de gaz amène à sa suite, donnent naissance à de la lumière. C'est à cause de cela, pour le dire en passant, que, conformément à ce qu'avait annoncé M. *Saissy*, de *Lyon*, l'expérience ne réussit qu'à l'aide des seuls gaz dits comburants.

Les *zig-zags* des éclairs ont toujours paru si éton-

nants, qu'on a été jusqu'à les regarder comme de pures illusions, comme le résultat de *réfractions irrégulières* que les vapeurs atmosphériques, que les nuages feraient éprouver aux rayons de lumière. (*Logan, Trans. phil.*, vol. 39.)

Les astronomes qui, si souvent, ont l'occasion d'observer les astres au travers des vapeurs et des nuages, sans les trouver autrement soulevés que si l'atmosphère était sereine, ne pourraient pas même se résoudre à réfuter sérieusement l'étrange conception de M. Logan.

Un éclair en *zig-zags* à angles très aigus; un éclair à deux, à trois pointes, contrastent si fortement avec les courbes régulières que suivent dans leur marche les corps soumis à l'action de forces accélératrices, qu'on n'ose, de prime abord, s'arrêter à l'idée qu'un semblable éclair marque dans l'atmosphère les places qu'*une même matière* va successivement occuper. Faites de la foudre, non un corps, mais une ondulation, et les doubles et les triples, etc., réfractions que les ondes lumineuses éprouvent dans certains cristaux, deviendront des analogies frappantes dont l'esprit pourra se montrer satisfait. Il y aura seulement à se rappeler, que l'atmosphère renferme une grande variété d'exhalaisons, et, en particulier, de la vapeur d'eau irrégulièrement disséminée, d'où il résulte qu'elle peut opposer à la marche de la foudre des résistances inégales dans divers sens.

Les éclairs en boule dont nous avons cité tant d'exemples, et qui sont si remarquables, d'abord par la lenteur et l'incertitude de leurs mouvements, ensuite par l'étendue des dégâts qu'ils occasionent en éclatant, me paraissent aujourd'hui un des phénomènes les plus inexplicables de la physique.

Ces boules, ces globes de feu semblent des agglomérations de substances pondérables, fortement imprégnées de la matière de la foudre. Comment se forment de telles agglomérations ? Dans quelles régions sont-elles nées? D'où proviennent les substances qui les composent? Quelle en est la nature? Pourquoi s'arrêtent-elles quelquefois pendant un temps assez long pour se précipiter ensuite avec une grande rapidité, etc., etc.? Devant toutes ces questions la science reste muette.

La foudre, en traversant l'atmosphère, détermine çà et là une combinaison de ses deux éléments gazeux; elle les transforme en acide nitrique. Serait-il donc impossible que la même action opérât quelquefois instantanément une sorte de demi-réunion des matières de toute nature qui peuvent exister dans un certain volume d'air? Si cette conjecture, que je ne présente, bien entendu, qu'à ce titre, paraissait inadmissible, je rappellerais que M. *Fusinieri* déclare avoir constamment trouvé du fer métallique, du fer à divers degrés d'oxidation et du soufre, dans les dépôts pulvérulents qui entourent les fissures à travers lesquelles la foudre s'est ouvert un passage. Sans vouloir

assurément réveiller des idées surannées touchant les *pierres de tonnerre* (1), je dirai qu'il n'est point prouvé qu'on doive absolument rejeter comme mensongères, toutes les relations où il est parlé de coups de foudre accompagnés de chutes de matières. Sur quoi se fonderait-on pour s'inscrire en faux contre ce fait que je tire des œuvres de *Boyle :*

« En juillet 1681, la foudre produisit beaucoup de dégâts, près du cap *Cod,* sur le bâtiment anglais *l'Albemarl.* Le coup de foudre fut suivi de la chute, dans la chaloupe même suspendue à la poupe du

---

(1) Les prétendues pierres de foudre que certains peuples révéraient, avaient, en général, la forme d'un coin, d'une hache, ou celle d'un fer de flèche ou de lance.

L'origine de ces pierres n'est pas douteuse, depuis qu'on en a trouvé de toutes pareilles parmi les outils et les armes des indigènes de l'Amérique ; depuis que nous savons comment ils les fabriquaient. L'ancien continent, aussi, a été primitivement habité par des nations sauvages. Les mêmes besoins, la même disette de fer durent y faire naître la même industrie. Lorsque la métallurgie perfectionnée produisit des instruments plus résistants, plus tranchants, plus commodes, les pierres furent abandonnées, et elles se sont conservées à peu près intactes dans la terre.

Plusieurs fois on a rencontré de ces mêmes pierres dans des troncs d'arbres. C'était, disait-on, un violent coup de tonnerre qui les y avait introduites. Toute autre explication semblait impossible. A ce compte, ce serait aussi le tonnerre qui aurait projeté les *crapauds* que les troncs d'arbres recèlent quelquefois, et les *monnaies* anciennes que les bûcherons y ont découvertes!

navire, d'une matière bitumineuse qui brûlait en répandant une odeur semblable à celle de la poudre à canon. Cette matière se consuma sur place ; on avait essayé vainement de l'éteindre avec de l'eau, ou de la projeter dehors en se servant de tiges de bois. »

Cherchons ce que peuvent être les *éclairs de chaleur*, c'est-à-dire les éclairs des nuits sereines.

« Dans la nuit la plus calme, à la lueur même » des étoiles, on voit briller l'éclair, dit Sénèque ; » mais soyez sûr, ajoute-t-il, *qu'au lieu d'où part* » *l'éclair*, il se trouve des nuages que la forme » sphérique de la Terre ne nous permet pas d'aper- » cevoir. *Le feu de l'éclair lancé vers le haut, se* » *montre dans la partie pure et sereine du ciel, quoi-* » *que formé dans un nuage obscur et ténébreux.* » (*Quest. nat.*, l. II, § 26.)

Dans sa Dissertation sur le Tonnerre couronnée en 1726 par l'Académie de *Bordeaux*, le *père Lozeran de Fesc*, ne regardait pas non plus les *éclairs de chaleur* comme des éclairs primordiaux. Suivant lui, aussi, ils sont la réverbération sur des couches atmosphériques plus ou moins élevées, d'éclairs ordinaires nés au sein d'un orage dont la vue directe est empêchée par la rondeur de la Terre.

Cette explication est très simple et la plupart des physiciens l'ont adoptée. Quoi de plus naturel, en effet, que de douer l'atmosphère d'une certaine

force réfléchissante ? N'est-ce pas elle qui nous reflète la lumière crépusculaire long-temps avant que le Soleil soit levé, long-temps après qu'il est couché ?

Ce raisonnement serait susceptible de quelques doutes puisés dans des considérations de quantité. Ne pourrait-on pas dire que l'atmosphère, quoique assez réfléchissante pour nous renvoyer la lumière crépusculaire provenant du Soleil, ne doit réverbérer rien de sensible quand elle ne reçoit que la lumière comparativement très faible des éclairs ? Voici la réponse :

En 1739, pendant des expériences sur la vitesse du son, *Cassini* et *Lacaille* apercevaient dans l'atmosphère la lumière provenant du canon qu'on tirait au pied du fanal de *Cette*, alors même que dans les stations qu'ils occupaient, la ville et le fanal leur étaient complétement cachés par des objets intermédiaires, tels que la montagne de *St.-Bauzeli*, etc. En 1803, M. *de Zach* faisait donner des signaux au mont *Brocken* du *Harz*, pour déterminer des différences de longitudes. Des observateurs placés sur la montagne de *Kenlenberg*, à plus de 60 lieues de distance, apercevaient la lumière des six à sept onces de poudre qu'on brûlait chaque fois à l'air libre, quoique le *Brocken*, à cause de la rondeur de la Terre, ne soit pas visible du *Kenlenberg*. J'ajouterai, enfin, que lorsqu'on tire à *Paris* le canon de la batterie basse des *Invalides*, un observa-

teur placé dans les allées du jardin du *Luxembourg* voisines de la rue d'*Enfer*, d'ou l'on ne voit ni le bâtiment de l'hôpital ni même la flèche si élevée de son dôme, aperçoit dans l'air au moment de chaque décharge, une lueur qui s'étend jusqu'au zénith et au-delà.

Si les faibles lumières qui résultent de l'inflammation de quelques onces de poudre, se reflètent dans l'atmosphère d'une manière aussi évidente, que ne peut-on pas attendre de la réflexion de la lumière infiniment plus vive de certains éclairs!

En voilà certainement assez pour établir la possibilité, la probabilité, si l'on veut, de l'explication que nous avons indiquée des *éclairs de chaleur*. Cependant, il reste encore quelque chose à faire : il faut essayer de donner à cette explication le caractère de la plupart des théories scientifiques modernes ; il reste à passer de la conjecture à une véritable démonstration. Voici deux cas où toutes les conditions désirables se trouvent ce me semble réunies. J'ai trouvé l'un dans le Voyage de Saussure; j'ai recueilli l'autre en parcourant ligne à ligne, les deux volumes d'Observations météorologiques de M. *Luke Howard :*

Dans la nuit du 10 au 11 juillet 1783, l'illustre historien des *Alpes* se trouvait à l'hospice du *Grimsel* par un ciel calme et serein. Cependant, en regardant dans la direction de *Genève*, il voyait à l'horizon quelques bandes de nuages d'où sortaient des éclairs qui ne paraissaient produire absolument

aucun bruit. La même nuit, au même instant, la ville de Genève éprouvait le plus épouvantable orage dont les habitants de ce pays aient jamais été témoins.

Le 31 juillet 1813, M. Howard voyait de *Tottenham,* près de Londres, de faibles éclairs de chaleur à l'horizon, vers le sud-est. Le ciel était étoilé; il n'y avait pas un seul nuage dans le firmament! M. Howard apprit bientôt de son frère qui se trouvait sur la côte sud-est de l'Angleterre, que ce même 31 juillet, à l'heure des éclairs silencieux de *Tottenham,* on *apercevait* de *Hastings* un grand orage qui embrassait en France l'espace compris entre *Dunkerque* et *Calais.* Ainsi les éclairs dont on apercevait la lueur dans l'atmosphère de Londres, étaient nés au milieu de nuages situés à près de 50 lieues de distance.

Avoir prouvé que les éclairs de chaleur sont *quelquefois* des éclairs réfléchis, n'implique pas la conséquence qu'ils ont *toujours* la même origine. Ceux qui croient qu'un ciel parfaitement serein est souvent sillonné par des éclairs directs, par des éclairs qui jaillissent spontanément dans un air sans nuages, peuvent s'appuyer sur la circonstance que souvent les prétendus éclairs de chaleur se montrent, à *Paris* par exemple, pendant des nuits entières et vers tous les points de l'horizon, sans que le ciel vienne à se couvrir. L'existence aussi prolongée d'une sorte d'*oasis* de serénité, n'est en effet guère probable.

Le jour où il y aura sur la surface d'un pays, autant d'observateurs météorologistes que la science le réclame, on arrivera aisément par la comparaison de leurs journaux, à reconnaître si les éclairs de chaleur vus dans un endroit donné, étaient ou n'étaient pas la réverbération des éclairs provenant d'un orage éloigné. En attendant il ne me semble pas impossible de décider la question par les observations d'un seul lieu, d'une seule personne, et à l'instant même où le phénomène apparaît.

L'instrument que je réclamerai pour cela n'est pas compliqué. Il se compose d'un tuyau de trois à quatre décimètres de long, portant à celle de ses extrémités qui doit être tournée vers les éclairs, un bouchon percé d'une ouverture circulaire de quelques millimètres de diamètre. Cette ouverture est couverte d'une plaque de cristal de roche à faces parallèles, de 5 à 6 millimètres d'épaisseur, taillée perpendiculairement aux arêtes du prisme hexaèdre du cristal naturel. A l'autre extrémité du tuyau, à celle où s'applique l'œil, existe un prisme de carbonate de chaux, de quartz ou de tout autre cristal doué de la double réfraction. Ce prisme est achromatisé.

Sans le prisme, si vous dirigiez le tuyau vers un objet rayonnant ou seulement éclairé, vous ne verriez qu'un disque circulaire plus ou moins lumineux. A travers le prisme doublement réfringent, vous apercevez deux de ces disques.

Quand la lumière de l'objet qu'on observe est de

la lumière blanche *directe*, les deux disques, paraissent blancs. Si, au contraire, la lumière éclairante n'arrive dans le tuyau qu'*après avoir été réfléchie* sous un angle notablement différent de 90°, les deux disques sont diversement colorés. Supposez l'un rouge, par exemple, l'autre sera vert. Les deux teintes changent quand on fait tourner le tuyau sur lui-même, mais elles sont toujours complémentaires l'une de l'autre : leur réunion reproduit le blanc.

La lumière reflétée *par l'air atmosphérique*, jouit dans notre instrument de toutes les propriétés de celle qui est réfléchie par le verre, par l'eau, etc. Dirigez, en effet, le tuyau vers un ciel serein, et vous verrez les deux disques briller des plus vives couleurs. Il n'y a qu'une zone très étroite voisine du soleil, et un espace plus circonscrit encore situé à l'opposite, où la coloration soit insensible.

A peine aurai-je maintenant besoin d'ajouter quelques mots pour expliquer comment ce simple tuyau conduira à la solution désirée :

Il est nuit, l'air est serein, de temps à autre des *éclairs* dits *de chaleur* illuminent le ciel. Après avoir dirigé le tuyau vers la région où le phénomène se manifeste le plus ordinairement, on regarde attentivement à travers comme si c'était une véritable lunette. Quand un éclair brille, on voit aussitôt dans le tuyau deux disques brillants. Ces deux disques sont-ils blancs, ou, plutôt, sont-ils l'un et l'autre de la teinte même de l'éclair? Concluez-en

avec certitude qu'on a observé de la lumière directe, qu'elle n'est pas arrivée à l'œil par voie de réverbération, que l'*éclair a pris naissance dans la portion d'atmosphère située au-dessus de l'horizon.* Les deux disques, au contraire, se montrent-ils colorés? C'est une preuve que la lumière dont les cristaux renfermés dans le tuyau font une sorte d'analyse, est de la lumière réfléchie, qu'*elle provient d'éclairs engendrés au-dessous de l'horizon visible.* En mesurant l'intensité de la coloration des disques, on arriverait sans trop de difficulté à décider quelle région atmosphérique occupent ces derniers éclairs; mais je dois ici m'interdire de trop minutieux détails. Il me suffit d'avoir montré comment à l'aide de l'observation la plus simple, on pourra dissiper tous les doutes que la question des *éclairs de chaleur* avait soulevés.

Si l'on croit peu aujourd'hui à des éclairs silencieux *engendrés au sein des nuages,* c'est que dans la seule explication un tant soit peu plausible qui ait été donnée des éclairs, le bruit doit résulter, au moins tout aussi inévitablement que la lumière, de l'action des causes physiques que l'explication met en jeu. Aussi, ne manque-t-on pas de recourir à d'excessifs éloignements des nuées orageuses, quand il faut comprendre pourquoi on n'entend absolument aucune détonation à la suite de certains éclairs éblouissants. Ces immenses éloignements,

rien ne les justifie; en tout cas ils ne suffiraient pas pour expliquer l'observation de *Deluc* (*voyez* page 197) dans laquelle des éclairs de même intensité et nés dans les mêmes nuages, étaient suivis, les uns d'étourdissants roulements, les autres d'un silence absolu. Veut-on, au surplus, la *preuve* que dans l'atmosphère, un bruit n'est pas l'accompagnement nécessaire de toute production de lumière? La voici :

Les *trombes* sont quelquefois le foyer d'éclairs très brillants. Le 4 juin 1814, M. *Griswold* se trouva à *une petite distance* (400 mètres) d'un de ces météores, dans le territoire des *Illinois*. Des éclairs presque continus et d'*un éclat incomparable*, descendaient des nuages vers la terre à une petite distance de la surface extérieure de la trombe, ou peut-être le long même de cette surface. Cependant, *on n'entendait absolument aucune détonation* (*).

(*) Pour tous les observateurs de la trombe, cette absence de bruit au milieu d'irradiations aussi éblouissantes, était un phénomène sans exemple. M. Griswold croit qu'au fond le bruit existait comme dans un orage ordinaire. Suivant lui, le rapide mouvement giratoire de l'air qui constitue le météore, empêchait les vibrations sonores de sortir de l'enceinte même de la trombe et de se communiquer à l'air à peu près tranquille du reste de l'atmosphère. Je doute que cette explication, tout ingénieuse qu'elle puisse être, fasse beaucoup de prosélytes. On aimera mieux croire à une production de lumière sans bruit.

Les tonnerres sans éclairs sur lesquels j'ai précedemment appelé l'attention des lecteurs (*voyez* page 295), peuvent s'expliquer très simplement.

Concevons deux couches distinctes de nuages superposées. Supposons que la couche supérieure devienne le siége d'un grand orage; qu'elle soit sillonnée par de brillants éclairs, qu'il en parte de retentissantes détonations. Si les nuages inférieurs sont très opaques ou très épais, la lumière des éclairs, quelque vive qu'on la suppose, ne les traversera pas; elle s'y absorbera presqu'en totalité; il n'en arrivera rien de sensible à la surface de la terre, et cependant, comme des corps non perméables à la lumière se laissent facilement traverser par le son, le même observateur qui ne voit pas l'éclair entendra parfaitement le tonnerre.

La double supposition que deux couches de nuages superposées existent simultanément dans l'atmosphère à différentes hauteurs, et qu'un orage se manifeste dans la couche supérieure seulement, seraient, au besoin, appuyées sur les relations de trop de voyageurs véridiques, pour que nous n'ayons pas la certitude d'avoir indiqué UNE DES CAUSES *des tonnerres sans éclairs*. Je dis seulement une des causes, car j'ai cité, p. 365 et suiv., des foudres dont le siége ne paraît pas être dans les nuages, et qui détonent violemment sans avoir été annoncées par aucun phénomène lumineux.

Du tonnerre ordinaire, de l'intervalle qui le sépare de l'éclair, de son roulement, de ses éclats, des plus grandes distances auxquelles on l'entende, du tonnerre des jours sereins, de la longueur des éclairs.

Quelquefois le tonnerre ne se fait entendre qu'*un temps assez long après que l'éclair a brillé.* Ceci a besoin d'explication, car personne ne doute, *quoique la chose soit loin d'être démontrée,* que la lumière et le bruit n'aient été engendrés simultanément. Le phénomène au reste est si simple, que les anciens, très peu avancés généralement sur les matières de physique, en avaient déjà connu la véritable cause. Prenez, par exemple, le livre VI du poème de *Lucrèce*, et vous y lirez d'abord des observations destinées à établir que la lumière se meut en général beaucoup plus vite que le son. Quelques vers après vous trouverez comme conséquence inévitable des prémisses, que la lumière de la foudre doit arriver à terre bien plus tôt que son fracas, quoique fracas et lumière aient été formés au même instant et par le même choc.

Cette explication est parfaitement exacte. Le seul avantage que nous ayons à cet égard sur les philosophes de l'antiquité, c'est de pouvoir assigner pour chaque distance donnée, le retard du son sur la lumière, en secondes entières et fractions de seconde.

Deux phénomènes astronomiques (*les éclipses des satellites de Jupiter et l'aberration*) ont servi à prouver

que la lumière traverse uniformément l'espace, avec une vitesse de 80 mille lieues par seconde de temps. Il résulte de là qu'elle n'emploie que un huit-millième de seconde à franchir 10 lieues. *Dix lieues* surpassent, sans aucun doute, la hauteur à laquelle les éclairs et le tonnerre s'engendrent dans notre atmosphère. A moins donc qu'on ne veuille tenir compte d'une inappréciable fraction de seconde, il sera permis, dans toutes nos recherches sur le tonnerre, de supposer que nous voyons l'éclair à l'instant même où il est né.

Quant au son, on peut affirmer d'après les expériences les plus récentes, qu'à la température de +10° centigrades, sa vitesse est de 337 mètres par seconde. Si le nuage où la foudre a éclaté est à 337 mètres de distance en ligne droite, il s'écoulera donc *une seconde* entière entre l'apparition de la lumière et l'arrivée du bruit :

A une distance de 674^m correspondrait 2″ d'interv. ;
A ..... 1011 ..... 3″;
.....
A .... 3370 ..... 10″;

et toujours ainsi proportionnellement.

L'observateur qui aura déterminé avec un chronomètre, le nombre de secondes comprises entre l'arrivée de l'éclair et celle du tonnerre, en déduira donc facilement la distance qui le sépare du point où le meteore s'est manifesté. Il lui suffira de mul-

tiplier ce nombre, entier ou fractionnaire, par 337. Le produit sera la distance cherchée exprimée en mètres.

Ce résultat, il faut bien le remarquer, est en général la distance rectiligne du nuage, mesurée sur une ligne inclinée à l'horizon; c'est l'hypoténuse d'un triangle rectangle dont les deux autres côtés sont, d'une part, une portion de l'horizontale du lieu de l'observation, de l'autre la hauteur verticale du nuage sur cette même horizontale.

Pour déduire de la longueur de l'hypoténuse la hauteur verticale du nuage, il faut connaître la *hauteur angulaire* de l'extrémité de l'éclair la plus voisine du lieu de l'observation; il faut savoir si elle est de 10°, de 20°, de 45°, etc. Cette hauteur, on la mesure avec une précision suffisante à l'aide d'un graphomètre, d'un théodolite, ou d'un instrument à réflexion, en prenant pour repère, pour point de mire, les accidents fortuits de forme ou de clarté les plus voisins du point où l'éclair s'est montré et dont les nuages orageux ne sont jamais exempts. Cela une fois connu, le calcul s'effectue en un trait de plume.

C'est ainsi, de point en point, qu'ont été déterminées les hauteurs absolues de nuages, rapportées aux pages 246 et 247. Ce genre d'observations a été jusqu'ici trop négligé; la météorologie est très intéressée à le voir se répandre. Les plus grands et les plus petits intervalles entre l'éclair et le tonnerre,

doivent surtout fixer l'attention des physiciens : les premiers, parce qu'ils servent aujourd'hui à la détermination de la plus grande hauteur des nuages orageux; les seconds, à cause de leur liaison possible avec une question très controversée dont je dirai ici quelques mots.

Quand une seconde de temps s'écoule entre l'éclair et le tonnerre, les nuages sont *au plus* à 337 mètres de *hauteur perpendiculaire;* quand l'intervalle des deux phénomènes est de $\frac{1}{2}$ seconde, la hauteur des nuages ne peut pas être supérieure à 168 mètres; à $\frac{4}{10}$, à $\frac{3}{10}$, à $\frac{2}{10}$, à $\frac{1}{10}$ de seconde d'intervalle, correspondraient, respectivement, des hauteurs de nuages inférieures à 135 mètres, à 101 mètres, à 68 mètres, à 34 mètres.

La flèche des Invalides est à 105 mètres de hauteur verticale. Supposons qu'en temps d'orage, quelqu'un placé près du monument aperçoive un de ces éclairs *qui ne paraissent pas quitter les nuages* et qu'il s'assure de plus que le tonnerre a succédé à l'éclair après le court intervalle de $\frac{3}{10}$ de seconde. De ce nombre résultera, comme nous venons de le voir, la conséquence que les nuages, foyer *supposé* de la foudre, ne pourraient être à plus de 101 mètres de hauteur, et qu'ils devraient envelopper la flèche du dôme. Si donc la flèche est restée libre,

si les nuages l'ont toujours dominée, *il sera prouvé* que la détonation n'est pas née dans leur sein, et la théorie des foudres ascendantes produira en sa faveur un argument presque irrésistible.

A Strasbourg dont le clocher a 142 mètres de hauteur, le même mode d'observation s'étendrait jusqu'au cas où l'intervalle de l'éclair au bruit serait de $\frac{4}{10}$ de seconde. Près des montagnes, si l'on s'y était procuré à l'avance un certain nombre de repères bien cotés, il deviendrait facile d'aller à des secondes entières. Des secondes entières d'intervalle ne seraient, enfin, en aucun lieu, un obstacle à l'application de la méthode, si l'on était muni d'un ballon captif à l'aide duquel on pourrait ou déterminer la hauteur exacte des nuages, ou même seulement une limite en moins.

Je ne sais si je me trompe, mais des observations de ce genre méritent toute l'attention des physiciens. Ne serait-il pas intéressant de trancher par une simple comparaison de chiffres, l'interminable question des foudres ascendantes, c'est-à-dire des foudres qu'on a supposé devoir s'élever de terre? Quant à ceux qui pensent que *deux effluves*, l'une ascendante et l'autre descendante, concourent invariablement à la production de tous ces phénomènes, ils trouveraient peut-être dans le même cadre d'expériences, en les supposant faites de deux lieux à la fois, de quoi reconnaître où la détonation se

produit ; or, n'auraient-ils pas donné à leur système un grand degré de probabilité, si, par exemple, le foyer de ces détonations paraissait devoir être entre les nuages et la terre?

En partant des données numériques que nous rapportions tout-à-l'heure, cherchons aussi à déterminer les plus grandes distances auxquelles le tonnerre ait jamais été entendu.

On a pu voir à la page 292, que *de l'Isle* compta une fois 72 secondes entre l'éclair et le tonnerre. Ce nombre, le plus considérable dont il soit fait mention dans les annales de la météorologie, multiplié par 337, donne pour la distance du nuage où l'éclair s'était montré :

24264 mètres ou environ 6 lieues de 4000 mètres.

Après ce résultat exceptionnel (72 secondes), le plus fort qu'il m'ait été possible de recueillir est 49 secondes. Ce nombre multiplié par 337, donne : 16513 mètres ou un peu plus de 4 lieues de 4000 mètres.

La plus grande distance à laquelle le tonnerre se soit jamais fait entendre, paraît donc être de 6 lieues de poste. Les plus grandes distances habituelles ne s'élèvent guère qu'à 4 lieues (*).

---

(1) On sera peut-être bien aise de trouver ici quelques limites de distances déterminées *directement*. Le 25 janvier 1757, la foudre tomba avec un bruit *épouvantable* sur le clocher de *Lestwithiel* (*Cornouailles*) et le détruisit presqu'en totalité. Le

La petitesse de ces résultats frappera surtout quand on aura remarqué à quel point le bruit du canon s'entend de plus loin. Je trouve, par exemple :

Que le canon tiré à *Florence*, s'entend quelquefois du vieux *Château du Monte-Rotondo*, près de *Livourne*, à la distance, en ligne droite, de $20\frac{1}{2}$ lieues (82 kilomètres) ;

Que lorsqu'on tire le canon à *Livourne*, on l'entend quelquefois à *Porto-Ferraïo*, à la distance de $20\frac{1}{4}$ lieues ;

Qu'à l'époque où les Français faisaient le siége de *Gènes*, le bruit de leur artillerie était entendu de *Livourne*, à la distance de $36\frac{3}{4}$ lieues (147 kilom.).

La petitesse de la distance qui suffit pour éteindre complétement le bruit des plus violents tonnerres, a excité l'étonnement dans tous les pays. Ainsi je trouve dans les *Mémoires des missionnaires de la Chine*, tome IV, que l'empereur *Kang-hi* qui s'était

---

célèbre *Smeaton* en était alors éloigné d'environ 12 lieues (*thirty miles*). Il vit les éclairs mais n'entendit absolument aucun bruit.

Muschenbroek rapporte qu'il tonne quelquefois très fortement à *La Haye*, sans qu'on entende rien à *Leyde*, à la distance de 4 lieues (16 kilomètres), et à *Rotterdam*, à la distance de 5 1/4 lieues. On a aussi des exemples d'orages très violents qui avaient éclaté sur la ville d'*Amsterdam*, et dont le bruit ne se propagea pas jusqu'à *Leyde*, à la distance de 9 lieues.

occupé en physicien des phénomènes de la foudre, portait à 10 lieues le plus grand intervalle que ses détonations pussent franchir. Il assurait, au contraire, avoir entendu le bruit de l'artillerie jusqu'à la distance de 30 lieues. Aujourd'hui les recherches doivent tendre à découvrir si le grand affaiblissement du son sur lequel nous venons de tant insister, ne dépendrait pas exclusivement des réflexions partielles qu'il subit en rencontrant obliquement les surfaces de séparation des couches atmosphériques de différentes densités (1).

---

(1) On sait en général très peu de chose touchant les causes diverses qui peuvent influer sur l'intensité du son et sur leur mode d'action. *Derham* prétend que les sons s'entendent de plus loin et plus distinctement en hiver, et surtout pendant la gelée qu'en été. Cette opinion a été confirmée par le capitaine *Parry*. Je lis dans son premier voyage (p. 143) : « La distance à laquelle » on entendait les sons en plein air tant que régna le froid in- » tense, était extrêmement grande et excitait constamment notre » surprise malgré les fréquentes occasions que nous avions de faire » cette remarque. Par exemple, nous avons entendu souvent à la » distance de 1 *mille* (1600 mètres), des hommes qui causaient en- » tre eux avec leur voix ordinaire. Le 11 février 1820, j'entendis » à une plus grande distance encore un homme qui se sifflait à » lui-même (*a man singing to himself*) en marchant le long de la » grève. »

Derham croit avoir remarqué que la neige nouvellement tombée, est une cause d'affaiblissement du son plus efficace que la neige ancienne à la surface de laquelle il s'est formé une croûte unie.

Il dit aussi que les brouillards amortissent considérablement

A l'aide des résultats que nous venons d'obtenir touchant les plus grandes distances que le bruit du tonnerre franchisse, nous pourrons trancher une question importante : nous déciderons s'il faut se résoudre à ne voir dans les tonnerres des jours sereins, que des retentissements de tonnerres ordinaires, élaborés au sein de nuages qui se trouvent

---

les ondes sonores. Des brouillards uniformément répandus, produisent probablement l'effet annoncé par le physicien anglais. Dans d'autres conditions ils font tout le contraire. Ainsi, en novembre 1812, l'atmosphère étant couverte à une petite hauteur *d'une couche épaisse et continue de vapeurs*, M. *Howard* entendait distinctement le bruit que faisaient les voitures en roulant sur le pavé de Londres, quoiqu'il se trouvât alors à une distance moyenne de cette ville qui n'était pas au-dessous de 2 lieues (5 milles).

Les observations de M. *de Humboldt* faites sur les rives de l'*Orénoque*, ont parfaitement établi que les sons se propagent plus loin la nuit que le jour. Est-il également certain que la différence dépende, comme l'insinue ingénieusement mon illustre ami, des courants d'air chaud qui de jour s'élèvent du sol vers les régions supérieures de l'atmosphère ?

C'est une opinion admise que le vent quand il souffle en sens contraire de la direction suivant laquelle se propage le bruit, diminue considérablement son intensité. Sur ce point les faits confirment le sentiment général. Il n'en est pas de même de l'opinion, non moins répandue, que des vents marchant dans le même sens que le son, maintiennent sa force et le transportent plus au loin. Des observations de F. Delaroche sembleraient établir que s'il y a, quant à l'intensité, des vents contraires au son, il n'en existe pas de favorables.

au-dessous de l'horizon, ou s'il est permis de les considérer comme des tonnerres qui sont nés et qui ont éclaté au milieu de l'atmosphère la plus pure. Voici, en quelques mots, par quels liens ces deux genres de vérités se tiennent.

Un homme de petite taille dont l'œil est élevé de $1^{m},6$, peut voir, si l'horizon est bien dégagé, un objet placé à terre, jusqu'à la distance d'*une lieue* de 4000 mètres.

Si l'objet est élevé de 25 mètres, il sera aperçu à 5 lieues $\frac{1}{2}$.

Si la hauteur est de 500 mètres, on le découvrira à la distance de 21 lieues;

Supposons enfin l'objet à 1000 mètres d'élévation, et nous le verrons encore à plus de 29 lieues.

Revenons, maintenant, à l'observation que nous avons déjà rapportée (page 299). *Volney* dont l'esprit d'exactitude est si bien connu, se trouvant à *Pontchartrain*, entend très distinctement quatre à cinq coups de tonnerre. Il regarde autour de lui, il n'aperçoit aucun nuage, ni dans le firmament, ni près de terre. Si les cinq coups ne sont pas partis de la portion d'atmosphère diaphane qui recouvre l'horizon visible; si leur foyer *ou leur cause* doit être cherchée dans des nuages situés au-delà des limites de cet horizon, il faudra que ces nuages ne soient pas à plus de 6 lieues de distance, car sans cela la détonation n'aurait pas été entendue; or des nuages, pour

être invisibles à la distance de 6 lieues, ne doivent pas se trouver à plus d'*une trentaine* de mètres d'élévation. Nous voilà donc amenés à cette alternative : ou *les tonnerres* entendus par *Volney* venaient d'une atmosphère parfaitement sereine, ou ils avaient pris naissance dans les nuages situés, au plus, à la très petite hauteur de 30 mètres. Entre ces deux hypothèses le choix me semble devoir être d'autant moins douteux, que les nuages qui une heure après les détonations entendues par *Volney* envahirent l'atmosphère de *Pontchartrain,* étaient des nuages à grêle, très élevés. Quoi qu'il en soit de cette argumentation, quant à l'observation particulière qui l'a fait naître, il n'en demeure pas moins établi qu'après avoir entendu des coups de tonnerre par un ciel serein, on devra soigneusement chercher, en regardant tout autour de soi, si quelque nuage ne commencerait pas à poindre aux limites de l'horizon visible (1).

---

(1) En y regardant de bien près, je n'ai trouvé que les circonstances de l'observation de *Volney,* desquelles il découlât d'une manière certaine que le *tonnerre* peut s'engendrer dans un ciel serein.

Pline rapporte qu'à l'époque de la conspiration de *Catilina,* un décurion du municipe de *Pompeii* (*M. Herennius*) fut frappé de la foudre par un ciel sans nuages. *Pline* ne dit point si le tonnerre accompagna la foudre. Cette citation laisse donc la question tout entière.

Suétone nous apprend « qu'après la mort de *César,* on vit, par » un ciel pur et serein, un cercle semblable à l'arc-en-ciel entou-

Pour déduire quelques conséquences importantes de la détermination de l'intervalle de temps qui sépare l'éclair du bruit de la foudre, nous n'avons

---

» rer le disque du soleil, et la foudre frapper le monument de » *Julie*, fille de *César*. »

Nous savons aujourd'hui qu'aucun cercle semblable à l'arc-en-ciel, qu'aucun cercle, soit halo soit simple couronne, ne se forme autour du soleil par un ciel pur et serein. L'historien aurait dû se contenter de dire que le phénomène arriva par un temps légèrement couvert. On aura d'ailleurs remarqué qu'il ne parle pas de tonnerre.

L'événement raconté par *Crescentius* soulève le même doute. Cet auteur déclare bien qu'un jour, vers midi, *par un ciel serein*, près de l'île *Procyda*, la foudre se précipita sur la galère à trois rangs de rames, la *Ste.-Lucie*, où dînait le cardinal d'Aragon; qu'elle détruisit plusieurs parties du gréement, qu'elle tua trois forçats, qu'elle endommagea deux autres galères; mais cette foudre fit-elle du bruit? Je l'ignore. Les dégâts ne résultèrent-ils pas de la chute d'aréolithes? Personne ne pourrait aujourd'hui répondre à cette question.

On lit dans les Mémoires de *Forbin*, à la date de 1685 : « Le » ciel étant fort serein (près du détroit de la Sonde), nous en» tendîmes un grand coup de tonnerre, semblable au bruit d'un » canon tiré à boulet : la foudre qui sifflait horriblement, » tomba dans la mer à deux cents pas du navire, et continua » à siffler dans l'eau qu'elle fit bouillonner pendant un fort » long espace de temps. »

Toutes ces circonstances ressemblent trop bien à celles qui accompagnent la chute d'un gros *aérolithe*, pour qu'il ne soit pas naturel de croire que la détonation, le sifflement et le bouillonnement de la mer décrits par *Forbin*, dépendirent d'un de ces météores.

pas eu besoin de savoir à quelle cause physique le tonnerre doit être attribué. Les recherches qui ont été faites pour découvrir cette cause n'en doivent pas moins être mentionnées ici, quoiqu'elles n'aient pas eu tout le succès désirable.

Le choc de nos deux mains produit un bruit éclatant; quel fracas ne doit-il donc pas résulter de la collision de deux énormes nuées? Telle est, en substance, l'idée que *Sénèque* s'était formée du bruit du tonnerre (*Quest. nat.*, liv. II, § 27).

Descartes n'a guère fait, ce me semble, que reproduire l'explication de l'auteur des *Questions naturelles*, et essayer de la fortifier par une comparaison : « Pour » les orages, dit-il, qui sont accompagnés de ton- » nerre, d'éclairs, de tourbillons et de foudre, desquels » j'ai pu voir quelques exemples sur terre, je ne doute » point qu'ils ne soient causés de ce qu'y ayant plu- » sieurs nues l'une sur l'autre, *il arrive quelquefois* » *que les hautes descendent fort à coup sur les plus* » *basses* en même façon que je me souviens d'avoir vu » autrefois dans les Alpes, environ le mois de mai, » que les neiges étant échauffées et appesanties par » le soleil, la moindre émotion de l'air était suffi- » sante pour en faire tomber subitement de gros tas, » qu'on nommait, ce me semble, des avalanches, et » qui, retentissant dans les vallées, imitaient assez » bien le bruit du tonnerre. »

Un seul mot et cette explication s'écroulera d'elle-

même : il tonne souvent sans qu'il y ait dans l'atmosphère deux couches de nuages.

Sénèque et *Descartes* se servaient du prétendu rapprochement subit de deux couches de nuages superposées, pour condenser une certaine masse d'air dont la dilatation également brusque engendrait ensuite le bruit du tonnerre. Leurs successeurs ont fait intervenir l'atmosphère dans l'explication du phénomène, d'une manière en quelque sorte inverse. Ils croient que dans son trajet la foudre produit le vide partout où elle passe. Le bruit serait la conséquence de la rentrée de l'air, ainsi que cela arrive dans l'appareil connu dans tous les cabinets de physique sous le nom de *crève-vessie*.

La rentrée subite de l'air dans le vide, doit incontestablement occasioner du bruit. Si la foudre produit du vide en traversant l'atmosphère, le tonnerre en sera la conséquence ; mais par quelle cause physique la foudre engendre-t-elle un vide? Voilà ce que personne n'a découvert. L'explication du tonnerre est donc encore à trouver ; jusqu'ici on s'est contenté de remplacer une difficulté par une difficulté plus grande.

Quelle que soit, au surplus, la cause physique des détonations de la foudre, il n'en reste pas moins à rechercher dès à présent, l'origine des longs *roulements* que tout le monde a remarqués, l'origine des changements d'intensité subits et si sou-

vent répétés, qui sont connus des météorologistes sous le nom d'*éclats*.

Pendant long-temps on s'est accordé à voir dans les roulements du tonnerre, de simples jeux d'*échos*. Cette explication a été ensuite abandonnée comme elle avait été adoptée, je veux dire d'après un premier aperçu. Voyons, quant à nous, la place qu'une discussion sérieuse permet de lui assigner.

Tous ceux qui ont été témoins d'un orage dans quelque vallée entourée de hautes montagnes, savent combien des circonstances locales peuvent donner de retentissement, d'intensité, de durée aux éclats de la foudre. Nous n'avons donc pas à rechercher *si, par fois*, des échos jouent un rôle dans ces phénomènes. La question est de décider *si toujours* des échos sont la cause des roulements observés.

J'ai cité des cas (page 288), où le roulement du tonnerre a duré 36, 41, et même 45 secondes. Est-il prouvé que des échos pourraient donner lieu à d'aussi longs roulements? En fait d'échos proprement dits, ce qui, en ce moment, me revient à la mémoire de plus extraordinaire, est une observation de mon ami le révérend *Will. Scoresby*. Près des lacs de *Killarney*, dans une station que les guides lui avaient indiquée, M. *Scoresby* entendait le bruit de la décharge d'un pistolet pendant *une demi-minute*. Nous aurions besoin de trois quarts de minute au moins; mais il est permis de supposer que si le

bruit retentissant du canon avait remplacé celui d'un pistolet, les 30 secondes seraient devenues 45 secondes et même davantage. L'intensité me semble d'autant mieux devoir être prise ici en considération, que dans une localité des environs de Paris qui n'a jamais été citée, je crois, comme bien remarquable sous le rapport des échos; qu'au pied de la *tour de Montlhéry*, pendant des expériences sur la vitesse du son faites dans le mois de juin 1822, MM. de *Humboldt*, *Bouvard*, *Gay-Lussac* et *Émile de Laplace*, entendaient pendant 20 à 25 secondes le roulement du canon qu'on tirait à côté d'eux. Il y a donc peu d'espoir d'arriver ainsi à quelque chose de décisif, touchant le rôle exact que jouent les échos dans le roulement du tonnerre.

Les marins assurent qu'en pleine mer la foudre est accompagnée de longs roulements comme à terre, quoiqu'il n'y ait là pour refléter le son, ni pans de mur, ni rochers, ni bois, ni collines, ni montagnes. Ceux qui s'appuient sur cette énumération, oublient les nuages ou, plutôt, ils admettent que les nuages ne jouissent pas de la faculté de réfléchir les sons. *Muschenbroek* dit, cependant, que dans la même localité où la décharge du canon ne fait entendre qu'un seul coup quand le ciel est serein, le bruit se répète plusieurs fois si le temps est couvert. L'observation du physicien hollandais semble-t-elle trop peu circonstanciée pour être admise? J'extrairai alors de la Note que je publiai en 1822 sur les

expériences relatives à la vitesse du son dont il a déjà été question, ces remarques :

« A *Ville-Juif*, il nous est arrivé quatre fois » d'entendre, à deux secondes d'intervalle, deux » coups distincts du canon de *Montlhéry*. Dans deux » autres circonstances le bruit de ce canon a été » accompagné d'un roulement prolongé. *Ces phéno-* » *mènes n'ont jamais eu lieu qu'au moment de l'appa-* » *rition de quelques nuages. Par un ciel complétement* » *serein le bruit était unique, il ne durait qu'un instant.* »

Définitivement, pour *prouver* que les roulements du tonnerre ne résultent pas toujours et seulement de sons réfléchis, voici sur quelle remarque on pourrait s'appuyer:

Le ciel est uniformément couvert; un éclair se montre *au zénith;* à peu de secondes d'intervalle, le tonnerre éclate et son roulement se prolonge; quelque temps après un nouvel éclair fend la nue *dans la même région zénithale;* le tonnerre le suit, mais cette fois, le coup quoique très fort, est sec; il ne dure pas. Comment expliquerait-on ces grandes dissemblances en faisant du roulement du tonnerre un simple phénomène d'échos ?

Un des auteurs les plus féconds et les plus ingénieux dont l'Angleterre puisse se glorifier, le docteur *Robert Hooke*, a été le premier, je crois, à faire intervenir dans l'explication du roulement du tonnerre, une circonstance importante négligée à tort

par la plupart des physiciens modernes. Je veux parler de la distinction essentielle qu'il établit à la page 424 des *Posthumous works* imprimés en 1705, entre les éclairs simples et les éclairs composés ou multiples. Chacun des premiers, dit l'auteur, n'occupe qu'un point dans l'espace et donne naissance à un bruit court, instantané. Le bruit des autres, au contraire, est un roulement prolongé, parce que *les différentes parties des longues lignes que ces éclairs occupent, se trouvant en général à des distances diverses, les sons qui s'y engendrent, soit successivement, soit au même instant physique, doivent employer des temps graduellement inégaux pour venir frapper l'oreille de l'observateur.*

Cette vue ingénieuse du docteur Robert Hooke, fut reproduite il y a une cinquantaine d'années, dans l'*Encyclopédie britannique*, par M. Robison. Une pareille adoption devant la recommander aux météorologistes, je placerai ici la traduction de quelques lignes que le célèbre professeur d'Édimburg a consacrées à cet objet.

« J'aperçus un éclair parallèle à l'horizon, qui
» pouvait avoir *trois milles* (une lieue $\frac{2}{10}$) de long.
» Il me parut *coexistant:* personne n'aurait pu dire
» par quelle extrémité il commença. Le tonnerre
» se composa, au début, d'un coup très intense, et
» ensuite d'un roulement irrégulier qui dura envi-
» ron 15 secondes. J'imagine que les détonations ar-

» rivèrent *simultanément* dans la vaste étendue de
» l'éclair, mais qu'elles ne furent pas partout de la
» même intensité. Différentes portions de l'*agita-*
» *tion sonore* (*sonorous agitation*) arrivèrent jusqu'à
» l'oreille à l'aide des ondulations sonores de l'air,
» *les unes après les autres,* ce qui produisit l'effet
» d'un son prolongé. Telles seraient aussi les ap-
» parences, pour une personne placée à l'extrémité
» d'une longue file de soldats qui tireraient tous
» leurs fusils au même instant. Cette personne en-
» tendrait de même un roulement irrégulier, si les
» fusils n'étaient pas également chargés dans les
» différentes parties de la file. »

Suivons cette comparaison de la file de soldats déchargeant tous leurs armes *au même instant,* et nous verrons ainsi comment il peut arriver que des éclairs de longueurs semblables en apparence, donnent lieu cependant à des bruits, à des roulements si divers. Supposons d'abord, pour fixer les idées, que la file soit rectiligne et qu'il y ait un mètre de distance entre chaque soldat et son voisin. Imaginons de plus que l'observateur, placé à l'une des extrémités de la file, se trouve à un mètre, par exemple, du premier soldat.

Le bruit du fusil du premier, du second, du troisième, du centième, etc., etc., soldat, lui arriveront $\frac{1}{337}$, $\frac{2}{337}$, $\frac{3}{337}$,... $\frac{100}{337}$ de seconde, etc., après la décharge. S'il y a 337 soldats dans la file, le bruit

durera *une seconde*, quoiqu'en réalité tous les fusils soient partis simultanément. A 674 soldats correspondrait un bruit de 2 secondes ; à 1011, un bruit de 3 secondes ; à 3370 soldats, un bruit de 10 secondes et ainsi de suite, toujours proportionnellement.

La file de soldats *restant toujours rectiligne*, menons-lui une perpendiculaire par son milieu, et plaçons l'observateur en un point quelconque de cette perpendiculaire. Alors, le bruit qui parviendra le premier à son oreille, sera celui du fusil du soldat du milieu de la file, de celui auquel aboutit le pied même de la perpendiculaire. Ensuite, il lui arrivera successivement, mais par couples, les bruits des fusils de chaque deux soldats symétriquement placés par rapport au milieu. Le roulement se terminera donc par un bruit provenant de la décharge des fusils situés aux deux extrémités.

Remplaçons une file rectiligne par une *file circulaire* et plaçons l'observateur au centre. Dans cette position, la distance de cet observateur à tous les soldats étant la même, il n'entendra plus de roulement, mais au lieu de cela *une seule détonation* formée de la réunion des bruits *de tous les fusils*.

Ai-je besoin d'en dire davantage pour que chacun comprenne maintenant l'étroite liaison qu'il y a entre les *éclats* du tonnerre et les *zig-zags* des éclairs? Quand un éclair qui fuyait, si cette expression m'est permise, dans une direction aboutissant à l'œil de l'observateur,

se replie sur lui-même pour se présenter pendant quelques instants de face, il est de toute évidence qu'il doit en résulter un augmentation de bruit. Il n'est pas moins clair que cette augmentation sera suivie à son tour d'un affaiblissement brusque, si par une seconde inflexion l'éclair se trouve amené de nouveau à se mouvoir à peu près dans la direction de la ligne visuelle, et ainsi de suite. Toutefois, des observations destinées à mettre cette liaison intime des *zig-zags* des éclairs et des éclats du tonnerre au nombre des vérités *démontrées*, auraient de l'intérêt et me semblent pouvoir être recommandées à l'attention des physiciens.

Quiconque a un peu réfléchi sur la marche de l'esprit humain, n'attache guère d'importance aux théories qu'à raison des expériences ou des connexions qu'elles suggèrent et dont, sans ce guide, on ne se serait pas avisé. Ce genre de mérite ne manquera pas à la théorie que nous venons de présenter du roulement du tonnerre. Elle va nous donner en effet, sinon les vraies longueurs des éclairs, du moins des évaluations *évidemment plus petites*, ce qui est déjà quelque chose.

Concevons un éclair situé tout entier d'un certain côté du zénith. Menons deux rayons visuels à ses deux extrémités. Ces deux rayons et l'éclair supposé rectiligne, formeront un triangle dans lequel l'œil de l'observateur occupera l'angle inférieur.

Dans tout triangle de cette espèce, un côté est plus petit que la somme des deux autres. Nous pourrons donc établir l'*inégalité* suivante : le rayon visuel mené de l'œil de l'observateur à l'extrémité de l'éclair la plus éloignée, *est plus petit* que la somme formée en ajoutant à la longueur du rayon mené à l'extrémité la plus voisine, la longueur de l'éclair. Mais si *deux* quantités sont inégales, elles demeurent encore inégales quand toutes les deux ont subi la même diminution. *Des deux* longueurs mises en comparaison dans l'inégalité précédente, retranchons le plus court rayon visuel mené de l'observateur à l'éclair; il restera, d'une part, la différence du plus long au plus court rayon visuel; de l'autre, le court rayon visuel, plus la longueur de l'éclair, moins le court rayon visuel, c'est-à-dire en définitive la longueur de l'éclair. Il demeure ainsi établi que *la différence des deux rayons visuels en question, est plus petite* que la longueur de l'éclair (*). Quand cette différence sera évaluée en mètres, on aura donc une limite en moins pour la longueur cherchée. Voyons maintenant, si l'évalua-

---

(*) Un calcul, pour simple qu'il soit, est toujours difficile à développer en paroles. Le résultat auquel nous voulions arriver n'était au reste que ce principe de géométrie : dans tout triangle rectiligne, *un côté est plus grand que la différence des deux autres*, principe qui lui-même découle directement de cet autre, connu de tout le monde : un côté est plus petit que la somme des deux autres.

tion en mètres de la différence des deux rayons visuels est possible.

Pourquoi l'éclair est-il suivi d'un roulement? Parce que ses diverses parties sont, en général, à des distances inégales de l'observateur. Quelle est la durée du roulement? Cette durée, nous l'avons déjà expliqué aussi, est le temps dont le son a besoin, pour parcourir *un intervalle égal* A LA DIFFÉRENCE *de longueur des deux lignes menées aux deux extrémités de l'éclair*. En multipliant par 337 le nombre de secondes que le roulement du tonnerre a duré, on aura donc, en mètres, la différence des deux rayons visuels menés aux deux extrémités de l'éclair, tout comme s'il avait été possible de mesurer cette différence dans l'espace. Le résultat de la multiplication sera *la limite en moins* que nous cherchions. Citons quelques chiffres.

Nous trouvons à la page 288, que *de L'Isle* observa à *Paris*, en 1712, des tonnerres dont les roulements durèrent 39, 41 et 45 secondes. En multipliant ces trois nombres par 337, on aura respectivement 13143, 13817 et 15165 mètres, c'est-à-dire que les éclairs correspondants avaient *au moins* des longueurs de $3^{lieues},3$; de $3^{lieues},4$; et de $3^{lieues},8$. Qui se serait attendu à de si énormes résultats?

Pour fixer les idées, j'ai supposé en commençant que l'éclair était situé d'un seul côté du zénith. Toute autre hypothèse n'altèrerait pas les conséquences auxquelles nous sommes arrivés. Seulement, les *li-*

mites calculées (car, faute d'un angle nous n'avons trouvé que des limites), se trouveraient encore plus au-dessous de la longueur réelle de l'éclair.

Odeurs développées par les coups de foudre.

Quelques physiciens n'ont pas cru qu'il fût nécessaire de recourir à des causes particulières pour expliquer l'odeur pénétrante dont chaque explosion de la foudre est accompagnée. La matière fulminante dans son passage plus ou moins abondant à travers les papilles nerveuses de nos organes, ne peut-elle pas, disent-ils, y exciter elle-même un mouvement analogue à celui qui résulte de l'action de telle ou telle odeur?

Ceci serait jusqu'à un certain point admissible, s'il ne s'agissait que d'une odeur instantanée. Mais la foudre développe partout où elle éclate, même en plein air, des odeurs qui durent long-temps, (*voyez* p. 301). Quand elle pénètre dans un lieu fermé, son passage est suivi de la formation de vapeurs sulfureuses *à travers lesquelles on ne peut quelquefois rien voir* (voyez p. 302). Il y a donc évidemment des matières disséminées dans l'air. Ces matières, doit-on supposer que la foudre les entraînait dans sa marche, comme celles dont se composent les dépôts pulvérulents étudiés par M. *Fusinieri* et qui nous ont servi à donner un commencement d'explication des éclairs en boule (*voyez* p. 426);

ou bien proviennent-elles de la vaporisation subite des substances contenues dans les bois verts ou secs, vernis ou non vernis, dans les murs, dans les pierres, les terres, etc., où la foudre a circulé, c'est ce qui ne pourrait être maintenant décidé. Quelle que soit celle de ces deux explications qui prévale, il ne faudra pas trop se préoccuper d'une prétendue constance dans la nature de l'odeur développée. Au besoin je trouverais, en effet, que si le plus ordinairement on l'a assimilée à l'odeur de soufre, d'autres ont pris leur terme de comparaison dans le phosphore; d'autres, enfin, dans le gaz nitreux. L'odeur de gaz nitreux, comme on a pu le voir dans le § (N), serait la plus facile à expliquer.

La foudre opère des fusions, des vitrifications instantanées; elle raccourcit les fils métalliques le long desquels sa transmission s'effectue; elle perce de plusieurs trous les corps qui se trouvent sur son passage, etc., etc.

Je ne puis rien ajouter ici à ce que nous avons dit, en point de fait, sur ces singuliers effets de la foudre. Nous ignorons complétement de quelle manière elle développe instantanément tant de chaleur. Pour expliquer les trous multiples qui résultent quelquefois de son passage à travers des plaques métalliques, on a imaginé des modes d'agglomération et de propagation de la matière fulminante dont le moindre défaut est de ne pas rendre

compte des directions inverses des rébarbes. Ces directions inverses portent à croire que deux courants opposés vont se rencontrer à la surface des corps foudroyés (*). Le *raccourcissement* des fils semble devoir être la conséquence des efforts que fait la matière fulminante pour s'échapper transversalement, et qui se manifestent aux yeux par des phénomènes de lumière; mais je n'insisterai pas davantage sur ces vagues aperçus. De nouvelles expériences, de nouvelles observations pourront seules leur assigner une place légitime dans la science.

(*) Depuis que l'imprimeur a tiré la feuille (p. 334), où il est question de trous à rébarbes opposées produits par la foudre, j'ai trouvé dans le *Giornale de Pietro Confiliachi* et *Gaspare Brugnatelli* (1827, p. 355), une observation du docteur *Fusinieri* remarquable suivant moi, par cette circonstance que les trous à rébarbes inverses ne semblent pas s'être formés dans le point que la foudre frappa en premier lieu. Voici au surplus la traduction des paroles du physicien italien.

« Le 25 juin 1827, vers les 8 heures du soir, la foudre tomba » sur la maison n° 1349 de *Vicence*. Une gouttière horizontale » de fer-blanc fut frappée la première. Ce demi-tube avait subi » une lacération de quatre à cinq pouces de long. Un tube ver- » tical de décharge du même métal qui s'adaptait à la gouttière, » était percé de trois trous. Le trou supérieur, d'un pouce de » diamètre, n'offrait de bavure ni en dedans, ni en dehors. Six » pouces plus bas, il existait un trou à peu près circulaire, » d'un demi-pouce de diamètre, avec une *bavure interne*. Plus » bas encore, à la distance de trois pouces, on remarquait un » trou égal au précédent, *mais sa bavure était externe*. »

Transports de matière opérés par la foudre.

Les corps en mouvement produisent des effets mécaniques qui dépendent à la fois de leur masse et de leur vitesse. Quelque faible que fût donc la masse de la matière fulminante, si on la douait d'une suffisante vitesse (en ce sens la marge est aujourd'hui indéfinie), on arriverait aisément, *quant à l'intensité,* à expliquer tous les faits que nous avons réunis dans le § (S). Mais les coups foudroyants n'ont pas seulement excité notre intérêt à raison de leur puissance: nous avons remarqué de plus, que les débris des corps brisés par la foudre sont quelquefois, disons mieux, sont ordinairement lancés *dans toutes sortes de directions.* Cette circonstance se rattacherait difficilement à une explication des effets mécaniques de la foudre, qui reposerait sur la seule théorie du choc des corps; elle découlerait, au contraire, très simplement de l'hypothèse que la foudre développe par sa présence au sein des matières qu'elle traverse, un fluide éminemment élastique dont le ressort doit inévitablement s'exercer dans tous les sens. Se hasarderait-on beaucoup en supposant que le fluide élastique en question, n'est autre que de la vapeur d'eau? La matière de la foudre fond, ou du moins, fait passer subitement à l'état d'incandescence, des fils métalliques d'une faible grosseur; ne doit-on pas en conclure qu'elle rendra, aussi, subitement incan-

descents, les minces filets d'eau qu'elle trouvera sur son passage ? En consultant la table que nous avons donnée, M. Dulong et moi, de l'élasticité de la vapeur, correspondant à divers degrés du thermomètre, on trouvera qu'elle est déjà de 45 atmosphères, quand l'eau atteint le 260me degré centigrade. Quelle force cette vapeur ne doit-elle pas avoir à la température beaucoup plus considérable du fer rouge? Une telle force serait évidemment suffisante pour expliquer, sous le rapport de l'intensité, tout ce que nous connaissons de l'action mécanique de la foudre. Ceux qui préfèrent un fait à une déduction théorique, n'auront qu'à consulter les fondeurs sur les terribles effets qui résultent de la présence d'une seule goutte d'eau dans un moule, au moment où le métal incandescent y pénètre, et ils arriveront ainsi directement à la même conséquence. Plaçons de l'humidité dans les fissures, dans les alvéoles d'une pierre de taille, et si la foudre vient à frapper cette pierre, le développement subit de vapeur la brisera, et ses fragments seront projetés au loin, suivant toutes les directions (*voyez* p. 337 et 338). Dans les mêmes circonstances, la brusque transformation en vapeur éminemment élastique, de l'eau mêlée à la couche terrestre sur laquelle les fondations d'une maison reposent, suffira pour soulever la maison en masse et pour la transporter à quelque distance (*v.* p. 339). Lorsque *Watt* vit pour la première fois les *tubes*

creux émaillés que la foudre avait produits, dans une masse de sable, il s'écria sur-le-champ. « Voilà » un effet de la force élastique de la vapeur que » la foudre engendra en traversant le sable. » Rien, toutefois, ne me paraît indiquer plus clairement, plus directement, l'action de la vapeur aqueuse, que le singulier morcellement que le bois éprouve quand la foudre le traverse.

La foudre fend le bois, suivant sa longueur, en une multitude de lattes minces ou de filets encore plus déliés.

La foudre frappa l'abbaye de *St.-Médard* de *Soissons* en 1676. Voici ce qu'un témoin oculaire rapporte de l'état des chevrons du comble.

« Il s'en trouve quelques-uns de la hauteur de » trois pieds, divisés presque de haut en bas *en* » *forme de lattes assez minces;* d'autres de la même » hauteur sont divisés *en forme de longues allu-* » *mettes ;* on en trouve enfin quelques-uns divisés » *en filets si déliés, suivant l'ordre des fibres, qu'ils* » *ne ressemblent pas mal à un balai usé.* »

Passons du bois mort au bois vert, et nous verrons des effets analogues.

Le 27 juin 1756, la foudre tomba à *l'abbaye du Val,* près de *l'île Adam,* sur un gros chêne isolé, de 16 mètres de haut et de $1^{m},3$ de diamètre à sa base.

Le tronc était entièrement dépouillé de son écorce.

On trouva cette écorce dispersée par petits fragments tout autour de l'arbre, à la distance de 30 à 40 pas.

Le tronc, jusqu'à deux mètres de terre, était fendu longitudinalement en morceaux presque aussi minces que des lattes.

Les branches tenaient au tronc, mais elles aussi ne conservaient aucune parcelle d'écorce et avaient subi un déchiquetage longitudinal très remarquable.

Le tronc, les branches, les feuilles et l'écorce n'offraient *aucune trace de combustion.* Seulement, ils paraissaient avoir été *complétement desséchés.*

Dans la même année 1756, le 20 juillet, la foudre tomba sur un gros chêne de la forêt de *Rambouillet.*

Cette fois, les branches furent totalement séparées du tronc et dispersées tout autour avec une certaine régularité. Elles n'offraient pas de déchiqueture; leur écorce paraissait presque entière.

Le tronc lui-même n'avait pas été pelé mais, comme le chêne de *l'île Adam,* il était devenu une réunion de lattes. Seulement elles se prolongeaient sous cette forme jusqu'à terre, au lieu de s'arrêter à quelque hauteur.

Je ne puis résister au désir de citer un troisième cas dont le professeur *Muncke* a donné la relation dans les Annales allemandes de *Poggendorf.*

Le diamètre du chêne observé par le physicien allemand était d'*un* mètre à fleur de terre. Le tronc tout entier de ce grand arbre disparut. Pour

parler plus exactement, la foudre l'avait partagé en filaments de plusieurs mètres de long et de 3 à 4 millimètres d'épaisseur, semblables à ceux que l'action d'une gouge en aurait détachés. Trois branches de 5 à 6 décimètres de diamètre étaient tombées verticalement, coupées net comme par un seul coup de hache. Elles conservaient leurs feuilles et leur écorce.

On ne voyait nulle part des traces d'inflammation ou de carbonisation.

L'absence totale de carbonisation ; la division d'un tronc d'arbre en filaments si nombreux, si déliés ; la dispersion de ces filaments dans mille directions différentes, tout cela, je le répète, semble la conséquence nécessaire de l'action d'une force élastique qui se serait développée entre les fibres du bois. A l'aide d'un coup de foudre, transformez subitement en vapeur l'eau hygrométrique contenue dans les vieux chevrons d'un comble ; la sève qui emplit les tubes capillaires longitudinaux du bois vert, et vous aurez de tout point, les phénomènes des chevrons de *l'abbaye de St.-Médard de Soissons*, des chênes de *l'île Adam*, de la forêt de Compiègne, etc., etc. (*).

(*) La foudre frappe souvent les arbres de mort, alors même que le dégât extérieur apparent semble extrêmement léger. M. *Tull*, l'auteur de *The philosophy of agriculture*, pense que cet effet est la conséquence de la rupture des petits vaisseaux à

La minutieuse discussion à laquelle nous nous sommes livré au sujet des transports de matières pondérables opérés par la foudre, montre que ces curieux phénomènes peuvent être expliqués sans recourir à de prétendus *nouveaux principes de physique.* Il en résulte aussi qu'on ne saurait déduire de la *direction* d'un transport effectué par la foudre, le sens du mouvement du météore lui-même, et que les recherches de ceux qui, en s'appuyant sur une semblable base, se sont occupés des *foudres ascendantes,* n'avaient rien de bien solide. La question est assez importante pour légitimer quelques développements.

Certains physiciens, ainsi que nous l'avons déjà expliqué, font consister la foudre en une matière subtile qui s'élance avec la plus grande vitesse du corps foudroyant vers le corps foudroyé; d'autres ne veulent y voir qu'une vibration. Quelle que soit celle de ces deux hypothèses qu'on adopte, le sens de la

---

travers lesquels la foudre a cheminé. Suivant nous la foudre agit ici *mécaniquement* comme la gelée, lorsqu'elle déchire les tubes capillaires dont se composent les tiges succulentes de certaines plantes. Seulement, comme les sucs aqueux se dilatent beaucoup plus en passant de l'état liquide à l'état de vapeur qu'en se congelant, le météore doit produire des déchirures plus nombreuses et dès-lors plus fatales. En se plaçant dans le même point de vue, les physiologistes arriveront peut-être à reconnaître enfin le mode particulier d'action par lequel la foudre donne le plus ordinairement la mort.

propagation de la foudre, en d'autres termes le sens de la propagation de la matière subtile ou de la vibration, a semblé jusqu'ici devoir coïncider avec celui des effets mécaniques engendrés par la matière ou par l'impulsion du fluide. La foudre qui lancera un corps de haut en bas, devra, disait-on naturellement, s'appeler *foudre descendante;* le nom de *foudre ascendante,* au contraire, appartiendra à celle qui projettera de bas en haut les matières placées sur son chemin. Viendront ensuite, s'il y a lieu, les foudres obliques et latérales diversement orientées. Les faits à l'appui de ces distinctions ne manquent pas; citons-en quelques-uns.

Le 24 février 1774, la foudre frappa le clocher du village de *Rouvroi,* au nord-ouest d'*Arras.* Un de ses effets, fut *le soulèvement du pavé* composé de grandes pierres bleues, qui existait sous un porche correspondant verticalement à la flèche du clocher.

Dans l'été de 1787, la foudre tomba sur deux personnes qui s'étaient réfugiées sous un arbre, près du village de *Tacon,* dans le *Beaujolois.* Leurs cheveux furent lancés *sur le haut de l'arbre.* Un cercle de fer qui liait le sabot d'un de ces malheureux, se trouva aussi, après l'événement, *accroché à une branche très élevée.*

Le 29 août 1808, le tonnerre tomba sur un pavillon en forme de rotonde et couvert de chaume, dépendant d'un cabaret situé derrière l'hôpital de la Salpêtrière à Paris. Un ouvrier qui était assis sous

ce pavillon fut tué. On trouva les morceaux de son chapeau *incrustés au plafond.*

Regardez tous ces phénomènes de soulèvement comme des *effets directs* de la foudre, et il semblera difficile de ne pas admettre avec les physiciens qui les ont discutés, qu'elle fut ascendante à *Rouvroi,* à *Tacon,* à *la Salpêtrière;* qu'au lieu de descendre des nuages à terre, elle s'élança de la terre vers les nuages. Admettez, au contraire, la possibilité d'*effets indirects;* prenez la vapeur d'eau comme intermédiaire, et le soulèvement du dallage de *Rouvroi,* et la projection, de bas en haut, du cercle en fer de *Tacon,* et des lambeaux de chapeau de la *Salpêtrière,* ne pourront plus servir à indiquer le sens du mouvement de la foudre.

Les coups de foudre n'opèrent quelquefois la décortication des arbres que partiellement. Alors il n'est pas rare de trouver de longues lanières d'écorce et d'aubier, complétement *détachées par le bas et adhérentes encore au tronc vers le sommet.* Les anciennes collections de l'Académie des Sciences, me fourniraient au besoin plusieurs exemples d'effets de cette nature. J'en trouverais aussi en parcourant le *Journal de Physique,* notamment un Mémoire de M. *Mourgues* sur des orages observés à *Marsillargues,* près de *Montpellier,* en juin 1778; un Mémoire de M. *Marchais,* relatif à des foudres qui frappèrent à Paris plusieurs arbres des Champs-Élysées, etc., etc.; mais toutes ces écorces arrachées

de bas en haut, n'auront plus la signification qu'on se plaisait à leur attribuer, dès que la vapeur d'eau sera considérée comme l'agent possible de la décortication.

J'en dirai tout autant d'un autre phénomène signalé par les observateurs avec le même soin. Les feuilles des arbres frappés de la foudre : celles des arbres de la campagne de M. *Mourgues* à *Marsillargues;* les feuilles des arbres des Champs-Élysées, examinées par M. *Marchais*, etc., étaient jaunes, crispées, grillées, convexes *par-dessous;* le vert des faces opposées, des faces supérieures, n'avait subi aucune altération : seulement de planes ou de légèrement convexes, ces faces étaient devenues concaves, précisément comme le deviennent des feuilles de parchemin, par ceux de leurs côtés qui ne regardent pas le feu. Voilà, s'écriait-on, autant de preuves que le courant enflammé de la foudre s'est mû de bas en haut. Le mouvement de bas en haut semble, en effet, assez bien établi; mais qui oserait, au point où nous sommes parvenus, affirmer que le courant ascendant n'était pas formé de vapeur d'eau à une haute température, peut-être non saturée, et résultant de la vaporisation opérée par l'action d'une *foudre descendante* sur l'humidité du sol?

On pourrait enfin recourir au même agent (la vapeur d'eau), s'il fallait expliquer comment il arrive qu'au pied des arbres foudroyés, le gazon est souvent retourné et, quelquefois, déployé des deux

côtés de la lacération du sol, comme les feuillets d'un livre.

En me livrant à cette discussion minutieuse, je tenais à montrer que les faits d'après lesquels de nombreux physiciens croyaient avoir établi l'existence de foudres ascendantes, n'avaient pas le caractère de véritables démonstrations. J'ajouterai, au surplus, que la question me paraît complétement résolue par l'ensemble des circonstances de l'événement dont j'ai fait mention dans le § (Y). J'admets donc sans réserve les foudres ascendantes. Je sais que des physiciens du premier ordre n'y croient pas; je sais même qu'ils dédaigneraient d'entrer à ce sujet dans aucune discussion; mais les faits doivent l'emporter sur les plus imposantes autorités. Lorsque *Maffei*, il y a maintenant un siècle, imagina, en s'étayant du phénomène local qu'il avait observé au château de *Fosdinovo*, de formuler ses idées sur la *foudre ascendante*, il eut la précaution, plus prudent en cela que ne l'avait été *Galilée*, de montrer qu'elles pouvaient se concilier avec les passages de l'écriture sainte où il est question de feux *tombés du ciel* sur *Sodome* et sur *Gomorrhe* (Genèse); de foudres qui étaient *descendues* des nuages (*St.-Luc*), etc. Les théories scientifiques les plus célèbres, quoiqu'elles soient pour certaines personnes l'objet d'une sorte de culte religieux, n'exigent pas tant de réserve. Chacun peut aujourd'hui les examiner, les débattre, les critiquer, et ne s'arrêter que là où le terrain

de l'observation et de l'expérience commence à se dérober sous ses pas.

Des dangers que fait courir la foudre. Des moyens qu'on a imaginés a diverses époques pour s'en garantir, et, en particulier, des paratonnerres.

Les dangers que fait courir la foudre sont-ils assez grands pour mériter qu'on s'en occupe?

Le danger d'être frappé de la foudre est-il assez grand, pour qu'on doive raisonnablement attacher de l'importance aux moyens d'y échapper? La question a plusieurs faces : elle peut être envisagée, relativement aux simples individus, relativement aux habitations, relativement aux navires.

Dans l'intérieur des grandes villes d'Europe, les hommes paraissent être très peu exposés. *Lichtenberg* dit s'être assuré qu'en un *demi-siècle, cinq hommes* seulement furent gravement frappés de la foudre dans l'enceinte de la ville de *Gottingue*. Sur les cinq, trois moururent.

On rapporte qu'à *Halle*, *un seul* homme a été foudroyé à mort dans l'intervalle de 1609 à 1825, c'est-à-dire, *en plus de deux siècles.*

A Paris, où l'on tient les tables de l'état civil avec tant de régularité, M. le chef de bureau de la statis-

tique de la Préfecture, m'assure que depuis un très grand nombre d'années, pas une seule mort n'a été notifiée, comme provenant de la foudre. Cependant, durant le même intervalle, il y a eu dans le département de la Seine, des personnes foudroyées, ne fût-ce que l'ouvrier dont je parlais tout-à-l'heure à l'occasion des coups ascendants (p. 470); ne fût-ce qu'un cultivateur tué au milieu des champs dans la commune de *Champigny*, le 26 juin 1807; ne fût-ce qu'un faucheur tué à *Romainville*, le 3 août 1811, pendant qu'il fuyait l'orage, une fourche en fer à la main. Il faut donc que les morts, résultat du tonnerre, soient déclarées et enregistrées comme des morts provenant d'accidents. De pareilles négligences, de pareilles erreurs ont dû être commises ailleurs. Dès-lors, on aurait grand tort de prendre rigoureusement à la lettre ce que *Lichtenberg* rapporte du nombre de coups mortels de *Gottingue* et de *Halle*. On ne courrait pas moins de risques de se tromper en généralisant ces résultats; en appliquant à toutes les contrées du globe ce qui n'aurait été observé que dans une seule; en voulant déduire de ce qui arrive dans un village, ce qu'on doit redouter dans une grande ville. *Gottingue, Halle, Paris,* etc., comptent à peine un accident par siècle; eh bien! j'ouvre au hasard quelques volumes, et je trouve :

Dans la nuit du 26 au 27 juillet 1709, le tonnerre tomba sur le *théâtre* de la ville de *Feltre*. Il TUA UN

GRAND NOMBRE *de spectateurs et blessa plus ou moins tous les autres* (1).

Le 18 février 1770, un seul coup de foudre jeta à terre, sans connaissance, TOUS *les habitants de Keverne* (*Cornouailles*), qui se trouvaient réunis dans l'église pour le service du dimanche.

Le.....1808, la foudre tomba deux fois de suite sur l'auberge du bourg de *Capelle*, en *Brisgaw*, y *tua quatre* personnes et en blessa un grand nombre d'autres.

Le 20 mars 1784, le tonnerre pénétra dans la salle de spectacle de *Mantoue*. Sur les 400 personnes qui s'y trouvaient réunies, il EN TUA DEUX *et en blessa dix* (2).

Le 11 juillet 1819, la foudre tomba pendant le service divin, sur l'église de *Châteauneuf-les-Moutiers*, arrondissement de *Digne*, département des *Basses-Alpes*; elle y tua raide *neuf personnes* et en blessa plus ou moins *quatre-vingt deux*. Du même coup elle tua, au milieu d'une écurie à côté de l'église, cinq moutons et une jument.

Malgré ces citations, personne ne me démentira si j'affirme que, pour chacun des habitants de Paris, le danger d'y être foudroyé est moindre que celui

---

(1) Le tonnerre occasione fort souvent des incendies; cette fois-ci l'inverse arriva : il *éteignit* toutes les lumières.

(2) Le tonnerre, en outre, fondit des boucles d'oreilles, des clés de montre ; *il cliva des diamants*, et cela, sans blesser en aucune manière les personnes qui portaient ces divers objets.

de périr dans la rue, par la chute d'un ouvrier couvreur, d'une cheminée ou d'un vase à fleurs. Il n'est personne, je crois, qui, en sortant le matin, se préoccupe beaucoup de l'idée que dans la journée, un couvreur, une cheminée ou un vase à fleurs lui tombera sur la tête. Si la peur raisonnait, on ne s'inquiéterait pas davantage pendant un orage de 24 heures. Il faut dire, toutefois, à la décharge de notre intelligence, que les vives et subites clartés qui annoncent la foudre, que ses retentissantes détonations, produisent des effets nerveux involontaires auxquels les plus fortes organisations n'échappent pas toujours. Je dois ajouter que si les coups véritablement foudroyants sont très rares, le nombre total de coups de toute espèce qu'on entend dans l'année est, au contraire, fort grand; que rien ne distingue les coups inoffensifs des autres et que le danger, quelque insignifiant qu'il soit en réalité, doit sembler s'accroître par le nombre considérable de ses renouvellements apparents. Cette considération deviendra plus claire, si revenant à notre terme de comparaison, je suppose qu'au moment où l'ouvrier, où la cheminée, où le vase *vont tomber* d'un toit ou d'une fenêtre, une très forte détonation l'annonce dans toute l'étendue de la capitale; chacun pourra croire alors, plusieurs fois par jour, qu'il se trouve précisément dans la rue où l'accident doit arriver, et sa crainte, sans être pour cela plus fondée, deviendra concevable.

Je viens de parler des accidents qui arrivent dans l'enceinte des *grandes villes*. S'il faut s'en rapporter à une croyance assez générale, on est beaucoup plus exposé dans les villages et en rase campagne. Des considérations théoriques dont le cadre que je me suis tracé m'interdit l'usage pour le moment, tendraient à confirmer cette opinion. Les faits, je ne saurais les invoquer : ils n'ont pas été assez complétement recueillis. Ajoutons qu'on n'a point tenu un compte exact des différences qu'il y a sous le rapport de la fréquence et de l'intensité de la foudre, entre tel et tel pays, et même entre tel et tel espace circonscrit.

Personne dans la *République de la Nouvelle-Grenade*, n'habite volontiers *el Sitio de Tumba barreto*, près de la mine d'or de la *Vega de Supia*, à cause de la fréquence des coups foudroyants. Le peuple a conservé le souvenir des nombreux mineurs que le tonnerre y a tués. Pendant que M. Boussingault traversait *el Sitio* en temps d'orage, un coup de foudre jeta à terre le nègre qui lui servait de guide. La *Loma de Pitago*, dans les environs de *Popayan*, a la même triste célébrité. Un jeune botaniste suédois, M. *Plancheman*, s'obstina, malgré l'avis des habitants, à traverser *la Loma* pendant que le ciel était couvert de nuages orageux et y fut tué. Enfin, en ne considérant que de grands pays, ici des années entières se passent, quelquefois, sans que vous entendiez parler d'événements funestes occa-

sionnés par le météore, et là, au contraire, dans certaines saisons il en arrive presque chaque jour. Par exemple, je trouve que dans l'été de 1797, depuis le mois de juin jusqu'au 28 août, *Volney* comptait dans les gazettes des *États-Unis, quatre-vingt-quatre* accidents graves et *dix-sept morts*, tandis qu'*en France*, les journaux de 1805, si je suis bien informé, n'annoncèrent pas de coups de tonnerre suivis de la mort d'un seul homme; tandis qu'en 1806, ils ne parlèrent que de la mort de deux enfants, qui furent foudroyés sur les genoux de leur mère, à *Aubagne* (département des Bouches-du-Rhône); tandis qu'en 1807, ces mêmes journaux ne citèrent que deux jeunes agriculteurs de la commune de *Saint-Geniez*, foudroyés pendant qu'ils ramassaient leur récolte; tandis qu'en 1808, ils ne firent mention que d'un batelier tué sur les bords de l'eau à *Angers*. Au reste, même en France, les années sont loin de se ressembler sous le rapport des coups de foudre mortels. En 1819, les victimes du météore sont : le 28 juin, *trois* chevaux près de *Vitry-le-Français;* le 11 juillet, comme je l'ai déjà dit, *neuf* personnes dans l'église de *Châteauneuf;* le 26 juillet un homme tué en rase campagne à *Maxey-sur-Vaize* (*Meurthe*); le 27 juillet, *un cultivateur, sa femme et son fils*, qui s'étaient réfugiés sous le portail d'une chapelle, près de *Châtillon-sur-Seine;* le 1er août, *quarante-quatre* moutons près de *Beaumont-le-Roger* (Eure); le 2 août, un ouvrier réfugié

sous un arbre à *Bordeaux;* le même 2 août, un cultivateur de *Vigneux* (près de *Savenay*), tué dans sa chambre; à la même date du 2 août, *deux* jeunes étudiants et *deux* demoiselles de 10 à 12 ans, dans la maison de M. l'abbé *Coyrier*, à ....., département du *Cantal;* enfin, le 27 septembre, à 5h du matin, une servante qui était dans son lit, à *Confolens* (Charente).

Si peu de personnes périssent par le tonnerre dans l'enceinte de nos villes, le nombre des maisons et des édifices frappés et gravement endommagés est, au contraire, considérable.

Pendant la seule nuit du 14 au 15 avril 1718, la foudre tomba sur *vingt-quatre* clochers, dans l'espace compris, le long de la côte de *Bretagne,* entre *Landernau* et *St.-Pol-de-Léon.*

Pendant la nuit du 25 au 26 avril 1760, la foudre tomba trois fois, dans le court intervalle de vingt minutes, sur l'église et sur les bâtiments de l'abbaye de *Notre-Dame de Ham.*

Dans la seule matinée du 17 septembre 1772, la foudre atteignit, à *Padoue*, *quatre* édifices différents.

Un mémoire de *Henley,* qui porte la date de décembre 1773, m'apprend que le même jour, je me trompe, qu'à peu près au même instant, la foudre frappa à *Londres* : le *clocher de St.-Michel; l'Obélisque* dans *St. George's-Fields;* le nouveau *Bridewell;* une maison de *Lambeth;* une maison près du *Waux-*

hall, et *un grand nombre d'autres endroits fort distants les uns des autres*, sans compter un navire hollandais à l'ancre, dans la *Tamise*, près de la *Tour*.

Un savant allemand trouvait en 1783, que dans l'espace de 33 ans, la foudre était tombée sur 386 clochers et y avait *tué* 121 sonneurs (*). Le nombre des blessés était bien plus considérable encore.

En décembre 1806, pendant un seul orage, la foudre détruisit en totalité ou en partie, les clochers de *Saint-Martin* (à *Vitré*), d'*Erbré*, de *Croisilles*, d'*Étrelles*.

Le 11 juillet 1807, l'église de *Saint-Martin* de *Vitré*, fut frappée de nouveau. Cinq jours auparavant, la foudre était tombée à la *Guerche* et, autour de cette ville, dans l'espace d'une lieue de rayon, sur dix églises ou autres édifices.

A *Paris*, dans la nuit du 7 au 8 août 1807, la foudre tomba sur l'enseigne d'une boutique, rue de *Thionville*, sur une maison *près de la Halle*, sur un réverbère de la rue de *Perpignan*, dans la *rue aux Fèves*, à *Vaugirard* et à *Passy*.

Le 14 mai 1806, nous la trouvons endommageant, rue *Caumartin*, la boutique d'un menuisier; le 26 juin

---

(*) Ces chiffres n'étonneront personne si je dis que le 11 juin 1775, le tonnerre étant tombé sur le clocher du village d'*Aubigny*, y tua du même coup *trois* hommes qui sonnaient les cloches et *quatre* enfants réfugiés sous la tour de ce même clocher.

1807, elle ravage neuf pièces d'une maison d'*Aubervilliers;* le 29 août 1808, elle tombe sur une guinguette voisine de la *barrière des Gobelins,* y tue ou y blesse plusieurs personnes ; près de la *barrière Montmartre,* elle frappe un cabaret rempli de monde où plusieurs individus sont renversés sans connaissance; le 14 février 1809, elle met en pièces un moulin à vent situé sur la route de *St.-Denis;* le 29 juin 1810, elle fait beaucoup de dégâts dans une maison de la rue *Aumaire;* le 30 juin 1810, elle brise et lance au loin tout ce qui se trouve sur son passage, dans une maison de la rue *Popelinière;* le 3 août 1811, elle tombe sur une maison, *barrière de Pantin,* et y blesse plusieurs personnes.

Le 11 janvier 1815, pendant un orage qui embrassait l'espace compris entre la mer du nord et les provinces rhénanes, la foudre tomba sur *douze* clochers dispersés dans cette grande étendue de pays, en incendia plusieurs et endommagea considérablement les autres.

Je puis, j'imagine, quitter ces recensements sans dire que je les crois fort incomplets : tout le monde en effet, aura compris qu'ils ne peuvent servir qu'à titre de *limite en moins.*

Le besoin de garantir les édifices de la foudre, doit se mesurer sur *le nombre* de ceux qui sont frappés annuellement et aussi sur l'étendue et la gravité des dégâts que le météore traîne à sa suite. Trois

ou quatre citations feront apprécier l'importance de cette dernière considération.

En 1417, la foudre mit le feu à la pyramide en charpente qui terminait le *clocher de St.-Marc, à Venise:* l'incendie consuma tout.

La pyramide fut reconstruite, mais le tonnerre la réduisit de nouveau en cendres, le 12 août 1489.

Le 20 mai 1711, un seul coup de foudre fit non-seulement de très grands dégâts à l'intérieur et à l'extérieur de la tour principale de la ville de *Berne,* mais il dévasta encore *neuf* maisons des environs.

La pyramide de *St.-Marc* (cette fois elle était en pierre) reçut un violent coup de foudre le 23 avril 1745. Les réparations des dégâts coûtèrent plus de 8000 ducats.

En 1759, le 27 juillet, la foudre brûla toute la charpente du toît de la *cathédrale de Strasbourg.*

Au mois d'octobre suivant, le météore frappa la partie supérieure de la magnifique tour de la même ville et coupa si complétement un des piliers qui soutenaient la lanterne, qu'il fut question un moment de la démolir. La réparation des dommages coûta *plus de trois cent mille francs.*

Les trois coups de foudre qui dans la nuit du 25 au 26 avril 1760, atteignirent l'église de *Notre-Dame de Ham,* amenèrent l'incendie et la ruine complète de ce grand et bel édifice.

En parlant de dégâts, je ne dois pas oublier ceux

que la foudre occasione quelquefois quand elle frappe un *magasin à poudre.*

Le 18 août 1769 au matin, la foudre tomba sur la tour de *St.-Nazaire*, à *Brescia.* Cette tour reposait sur un magasin souterrain qui contenait 2076000 livres de poudre appartenant à la république de *Venise.* Cette immense masse de poudre prit feu en même temps. La sixième partie des édifices de la grande et belle ville de *Brescia* fut renversée; le reste était fort ébranlé et menaçait ruine. *Trois mille* personnes périrent. La tour de *St.-Nazaire*, lancée tout entière dans les airs, retomba comme une pluie de pierres. On en trouva des débris à d'énormes distances. Le dégât matériel s'éleva à 2 millions de ducats.

Le 18 août, la foudre mit le feu aux poudres qui se trouvaient alors dans le magasin de *Malaga.* L'édifice fut renversé. La ville tout entière aurait certainement eu le même sort, si quelque tems auparavant elle n'avait obtenu que la plus grande partie des poudres fût transportée dans des magasins éloignés.

Le 4 mai 1785, un coup de foudre mit le feu au magasin à poudre de *Tanger.* Le magasin et la plupart des maisons environnantes furent renversés.

Le 26 juin 1807, la foudre fit sauter à 11^{h} et demie du matin, un magasin à poudre de *Luxembourg*, très solide, bâti jadis sur le roc par les Es-

pagnols, et qui contenait près de 13000 kilogrammes de poudre. Il périt une trentaine de personnes. Plus de 200 furent mutilées ou grièvement blessées. La ville basse (*le Gründ*) était un monceau de ruines. On trouva à près d'une lieue de distance, de très grosses pierres du magasin que l'explosion y avait apportées.

Le 9 septembre 1808, la foudre tomba sur un magasin de munitions du fort *Saint-Andrea-del-Lido*, à *Venise*, et le fit sauter. L'explosion détruisit complétement une caserne, une chapelle adjacente, un mur de la demi-lune, et endommagea beaucoup la caserne où logeaient les canonniers.

J'ai multiplié les citations relatives à des explosions de magasins à poudre, parce que, de généralisation en généralisation, on a été jusqu'à prétendre que la foudre, quand elle pénètre dans ces bâtimens, *ne met jamais le feu* aux munitions qu'ils renferment. Après avoir montré combien une pareille opinion est peu soutenable, j'avouerai que *dans certains cas*, le météore a offert des bizarreries qui sembleraient légitimer les plus étranges hypothèses.

Ainsi, le 5 novembre 1755, le tonnerre tomba, près de *Rouen*, sur le magasin à poudre de *Maromme*, fendit une des poutres du toît, réduisit en petites parcelles deux tonneaux *qui étaient remplis de poudre*, sans produire aucune inflammation. (Le magasin renfermait alors 800 de ces tonneaux.)

En 1775, le 11 juin, à la pointe du jour, la

foudre éclata sur la tour de *Saint-Second*, à *Venise*, entra dans le magasin, enleva les tablettes, renversa les caisses de poudre, et, ce qui parut alors miraculeux, ne mit le feu nulle part.

Après la liste de bâtiments foudroyés que j'ai donnée pages 416, 417, 418 et 419, on pourra trouver superflu que j'insiste sur l'utilité qu'il y aurait à venir en aide aux navigateurs contre les atteintes du météore; cette liste, cependant, composée dans un certain but, ne renferme qu'une petite partie des noms de navires qui y figureraient, s'il m'avait été permis de faire abstraction de la date et de la position géographique. Ainsi, dans le cercle très restreint de mes informations, aux 42 citations des pages 416-419, je pourrais ajouter :

Le (nom inconnu), navire marchand anglais, foudroyé en 1675, près des *Bermudes*.

Le (*idem*), navire marchand, foudroyé à *Bencoolen*, en 1741.

Le (*idem*), navire hollandais, *complétement incendié* par la foudre en 1746, dans la rade de *Batavia*. Quand le feu atteignit les poudres, *le bâtiment sauta*.

Le (*idem*), navire hollandais, foudroyé et fort endommagé en 1750, près de *Malaca*.

L'Harriot, paquebot anglais, en allant à *New-York*, en 1762. Les trois mâts entièrement brisés.

La Modeste, frégate française, *complétement con-*

sumée, en 1766, par l'incendie qu'y développa un coup de foudre.

Le bâtiment du capitaine *Cook* et un navire hollandais, foudroyés dans la rade de *Batavia*.

Le Zéphir, frégate française, foudroyée au *Port-au-Prince* (*Saint-Domingue*), le 23 septembre 1772. Le grand mât de hune brisé.

Le meilleur Ami, navire de *Bordeaux*, foudroyé au Port-au-Prince, le 25 mai 1785. Le mât de misaine, le mât de hune et le mât de perroquet, furent réduits en mille morceaux.

Le Prévost de Langristin, navire de la *Rochelle*, foudroyé au *Port-au-Prince*, le 29 juillet 1785. Il fallut remplacer le grand mât de hune et le grand mât de perroquet.

La (nom inconnu), goëlette française, eut le même jour (29 juillet 1785), et dans la même rade du *Port-au-Prince*, son grand mât brisé par la foudre.

Le Duke, vaisseau de ligne anglais de 90, foudroyé en 1793, sur la côte de la Martinique. Un des mâts entièrement fendu.

Le Gibraltar, vaisseau de ligne anglais, foudroyé en 1801 et fort endommagé, précisément au-dessus de la soute aux poudres.

Le Perseus, bâtiment anglais, foudroyé au *Port-Jackson*, en octobre 1802. La décharge faillit entraîner la perte du navire.

La Désirée, frégate anglaise, foudroyée à la *Ja-*

maïque, en 1803. On trouva les éclats d'un de ses mâts à terre.

Le Thésée, vaisseau anglais, foudroyé près de *Saint-Domingue*, en 1804.

La Mignonne, corvette anglaise, dans le mois de juin 1804, à la *Jamaïque*. *Trois matelots tués; neuf blessés;* le mât principal très endommagé.

La Désirée, près de la *Jamaïque*, le 20 août 1804; plusieurs parties de la frégate incendiées par la foudre.

La Gloire, vaisseau de ligne de l'escadre de l'amiral *Calder*, près du *cap Finistère*. Ses trois mâts mis presque hors de service.

Le Répulse, vaisseau anglais, dans la *baie de Rosas*, en 1809.

Le Dédale, frégate anglaise, à la *Jamaïque*, en 1809. Une partie de l'équipage jeté à terre sans connaissance. *La foudre mit le feu* à la très petite quantité de poudre qui se trouvait alors dans un des magasins.

L'Hébé, frégate anglaise, à la *Jamaïque*, en 1809. Elle perd un de ses mâts.

..... *schooner* anglais, à la *Jamaïque*, en 1809. *Coulé bas* par le même coup de foudre qui endommagea *le Dédale* et *l'Hébé*.

Le Glory, vaisseau de ligne anglais. Il eut tous ses mâts fendus, en 1811, près du *cap Finistère*.

Le Norge, vaisseau de guerre anglais et un bâtiment marchand, en juin 1813, à la *Jamaïque*. *Le Norge* fut démâté.

La Palma, frégate anglaise, qui perdit un de ses mâts, en 1814, dans le port de *Carthagène des Indes*.

La Méduse, brig anglais, dans son voyage de la *Guayra* à *Liverpool*.

L'Amphion, navire américain, considérablement endommagé le 21 septembre 1822, dans son passage de *New-York* à *Rio-Janeiro*. Toutes les boussoles furent détruites.

Le Jessie, de Londres, si complétement endommagé vers le milieu de novembre 1833, que l'*équipage l'abandonna* par 45° de latitude N. et 16° de longitude O.

Le Carron, bateau à vapeur anglais, foudroyé en 1834, pendant sa traversée de *Grèce* à *Malte*.

En parcourant ces catalogues avec attention, on remarquera (ce rapprochement me semble de nature à frapper les esprits) qu'en quinze mois des années 1829 et 1830, il y a eu dans la Méditerranée, *cinq* bâtiments de la marine royale anglaise foudroyés, savoir : le *Mosquito*, de 10 canons; le *Madagascar*, de 50; *l'Océan*, *le Melville* et *le Gloucester*, vaisseaux de ligne. Tous ces navires souffrirent considérablement dans leur mâture. J'ajouterai, pour les personnes qui prétendent que les dommages provenant du tonnerre ont très peu d'importance sous le rapport pécuniaire, que *le grand bas mât* d'une frégate coûte 5000 fr., et le *grand bas mât* d'un vaisseau, jusqu'à 10000 fr.

A tant d'exemples authentiques des effets de la foudre, je pourrais ajouter que le vaisseau anglais *la Résistance,* de 44, et *le Loup-Cervier,* disparurent complétement après quelques coups de tonnerre, dans un convoi dont ils faisaient partie; que le vaisseau *le York,* de 64, dont on n'a jamais eu de nouvelles depuis son entrée dans la Méditerranée, a probablement sauté ou a été coulé bas par le météore; que les cas d'incendie indiqués dans la liste précédente ne sont pas les seuls qu'on pourrait rapporter; que, par exemple, *le Logan* de *New-York,* déjà cité, de 420 tonneaux et d'une valeur de 500,000 fr., fut entièrement consumé; que *l'Annibal,* de *Boston,* éprouva le même sort en 1824; que les équipages n'ont pas moins à souffrir que les mâts, les manœuvres et le corps des navires; qu'il y eut *deux* hommes tués et *vingt-deux* blessés par le coup de foudre qui, en 1799, frappa *le Cambrian* à *Plymouth;* que dans une semblable circonstance, en 1808, *le Sultan,* à *Mahon,* perdit *cinq* hommes tués sur place, *deux* jetés à la mer et noyés, et de plus *trois* fortement brûlés; que *neuf* matelots périrent à bord du *Répulse,* par le coup qui atteignit le vaisseau dans la baie de *Rosas* (en 1809); qu'il y eut *trois* matelots tués et *cinq* blessés à bord de la frégate autrichienne *le Leipsig,* quand elle fut foudroyée en 1833 dans le canal de *Céphalonie,* etc., etc.

Mais ce que j'ai déjà rapporté doit suffire. Les faits ont été cités sans exagération et sans réticence. Cha-

cun peut apprécier dans une juste mesure, l'importance des divers moyens qu'on a imaginés pour se garantir de la foudre. Il est donc temps de les soumettre à un examen sérieux.

DES MOYENS DE SE GARANTIR DE LA FOUDRE.

On me pardonnera, j'espère, de rappeler ici brièvement certains prétendus moyens de préservation qui, examinés du point de vue où le progrès des sciences nous a placés, peuvent paraître absurdes. En tout cas, je dirais que l'étude des aberrations de l'esprit humain ne doit pas être séparée de celle des véritables découvertes, sans compter que les plus grosses erreurs conservent peut-être encore de nombreux partisans.

Des moyens que les hommes ont crus propres à les mettre personnellement à l'abri de la foudre.

La littérature grecque nous a complétement initiés aux idées des anciens philosophes touchant la cause du tonnerre; mais on n'y trouve que des indications très sommaires et très imparfaites sur deux ou trois moyens préservatifs.

Hérodote, livre IV, chap. 94, rapporte que, « les » *Thraces* sont dans l'habitude, quand il fait des » éclairs ou qu'il tonne, de *tirer des flèches contre le* » *ciel, pour le menacer.* »

Pour le menacer, dit l'auteur grec, qu'on le remarque bien! Il n'est nullement question, dans le passage, d'un pouvoir qu'aurait eu la flèche, en tant que métallique et en tant que pointue, d'enlever aux nuages quelques parcelles de matière fulminante. Aussi, *Dutens* lui-même, cet admirateur fanatique de l'antiquité, a-t-il reculé devant l'idée d'assimiler les flèches des *Thraces* aux paratonnerres modernes, et de faire remonter l'invention de l'appareil de *Franklin* jusqu'au tems d'*Hérodote.*

Pline rapporte que les *Étrusques* savaient faire descendre la foudre du ciel; qu'ils la dirigeaient à leur gré et, qu'entre autres, ils la firent tomber sur un monstre nommé *Volta* qui ravageait les environs de *Volsinies;* que *Numa* avait le même secret; que *Tullus Hostilius,* peu exact dans l'accomplissement des cérémonies empruntées à son prédécesseur, se fit foudroyer lui-même. Quant au moyen d'évoquer ainsi le météore, *Pline* parle seulement de *sacrifices,* de *prières,* etc.; nous pouvons donc passer à un autre objet (1).

Les Anciens (*Pline,* liv. II, § 56), croyaient que *la*

---

(1) Est-il vrai qu'il ait existé une médaille romaine portant pour légende *Jupiter Elicius,* et représentant ce dieu planant sur un nuage, tandis qu'un Étrusque lance dans les airs un *cerf-volant ?*

Duchoul a fait graver une médaille d'*Auguste* où l'on voit un

foudre ne pénètre jamais en terre au-delà de 5 pieds. Aussi, la plupart des cavernes leur semblaient-elles des asiles complétement sûrs ; aussi, dès qu'il était possible de prévoir un orage, *Auguste*, dit *Suétone*, se retirait-il dans un lieu bas et voûté.

Les tubes vitreux, produits de la foudre, dont il a été si longuement question § (Q), et qui descendent quelquefois dans le sol jusqu'à 10 mètres de la surface, montrent combien les Anciens se trompaient. Personne ne sait, personne ne pourrait dire, même aujourd'hui, à quelle profondeur on serait parfaitement à l'abri des foudres descendantes et, à plus forte raison, des foudres ascendantes.

Afin d'ajouter à la garantie qui résulte de l'épaisseur de maçonnerie, de pierre ou de terre dont un souterrain ou une caverne naturelle sont recouverts, les empereurs du *Japon*, s'il faut en croire *Kœmpfer*, font établir un réservoir d'eau au-dessus de la grotte où ils se réfugient pendant les orages. L'eau est destinée *à éteindre le feu de la foudre*.

Dans certaines conditions que nous développerons tout-à-l'heure, une nappe d'eau devient un préservatif à peu près certain pour tout ce qui est dessous ; il n'en faut pas conclure, cependant, que les poissons

---

temple de *Junon*, déesse de l'air, dont le faîte est armé de plusieurs tiges pointues !

Cette médaille est-elle authentique ?

(Laboissière, *Acad. du Gard.*)

ne puissent être foudroyés au sein des masses liquides les plus étendues.

Weichard Valvasor nous apprend (*Philosophical Transactions,* tome 16), que le tonnerre étant tombé, vers l'année 1670, sur le lac de *Zirknitz,* dans le compartiment nommé *Leuische,* on vit presque aussitôt flotter à la surface de l'eau une telle quantité de poissons que les habitants du voisinage en remplirent 28 tombereaux.

Le 24 septem. 1772, la foudre tomba à *Besançon* dans le *Doubs.* Aussitôt après la surface de l'eau fut couverte de poissons étourdis qui flottaient au gré du courant.

On croyait généralement dans l'antiquité, que *les personnes au lit et couchées, n'avaient rien à redouter de la foudre.* Cette opinion, quelque extraordinaire qu'elle soit, paraît avoir conservé des partisans. Je vois, par exemple, que M. *Howard* enregistre ces deux faits-ci avec une prédilection particulière :

Le 3 juillet 1828, la foudre tomba sur un *cottage* à *Birdham,* près de *Chichester.* Elle réduisit un bois de lit en éclats, roula par terre les draps, les matelas et la personne qui reposait dans ce lit, sans lui faire aucun mal.

Le 9 du même mois, la foudre enleva à *Great-Houghton,* près de *Duncaster,* la couverture du lit où madame *Brook* était couchée, et cette dame n'eut d'autre mal que la peur.

A ces faits j'en opposerai d'autres non moins authentiques :

Le 63e vol. des *Philosophical Transactions*, renferme un mémoire dans lequel le révérend *Samuel Kirkshaw*, rend compte de toutes les circonstances du coup de foudre qui surprit M. *Thomas Hearthley*, endormi dans son lit, à *Harrowgate*, le 29 septembre 1772, et le tua raide. Mme *Hearthley*, couchée à côté de son mari, ne fut pas même éveillée. Tout se réduisit, quant à elle, à une douleur dans le bras droit qui dura seulement quelques jours.

Le 27 septembre 1819, à 5 heures du matin, la foudre tomba à *Confolens* (Charente) sur une maison où elle tua la servante couchée dans son lit. Le corps était sillonné depuis le cou jusqu'à la jambe droite.

Les peaux de veau marin étaient considérées chez les Romains comme un préservatif efficace contre la foudre. Par cette raison on en faisait des tentes sous lesquelles les personnes timides allaient s'abriter en temps d'orage. *Suétone* rapporte qu'*Auguste*, qui craignait le tonnerre, portait toujours une de ces peaux.

Dans les Cévennes où pendant si long-temps il exista des colonies romaines, les bergers recueillent avec soin les dépouilles des serpents; ils en entourent, encore de nos jours, la forme de leurs chapeaux et dès-lors se croient à l'abri des atteintes de

la foudre (*Laboissière;* Acad. du Gard). Ces peaux de serpents, suivant toute apparence, remplissaient jadis, dans l'esprit du peuple, le même office que les peaux plus rares et plus chères des veaux marins.

Il est assurément très permis de critiquer le choix qu'avait fait *Auguste* des peaux de veaux marins, puisque aujourd'hui même nous ne saurions comment le justifier ni par le fait, ni théoriquement. Quant à l'idée qu'il peut ne pas être indifférent de choisir certains vêtements en temps d'orage, elle n'a rien de contraire aux connaissances des modernes sur la matière de la foudre. Nous pourrions même citer des cas nombreux où des personnes paraissent avoir été, les unes préservées, les autres foudroyées, suivant qu'elles portaient telles ou telles étoffes, telles ou telles matières.

Le jour de la catastrophe de *Château-Neuf-les-Moutiers* dont il a déjà été question, deux des trois prêtres qui entouraient l'autel tombèrent gravement frappés. Le troisième, au contraire, n'éprouva aucun mal : lui seul était revêtu d'*ornements en soie* (1).

---

(1) D'après des *expériences indirectes* dont il sera question dans la seconde partie de cet article, tous les physiciens ont reconnu que *le taffetas ciré, la soie, la laine,* sont moins perméables à la matière de la foudre que *les toiles de lin, de chanvre ou de toute autre matière végétale.* Ils sont un peu moins d'accord sur la question de savoir si, en tems d'orage, les vêtements mouillés sont préférables aux vêtements secs. *Nollet* redoute les habits

Voici des faits plus étonnants encore, car ils montrent qu'un animal peut être plus ou moins gravement atteint dans les différentes parties de son corps, suivant *la couleur des poils* qui les recouvrent.

Au commencement de septembre 1774, la foudre tomba sur un bœuf, à *Swanborow* (*Sussex*). Ce bœuf, de couleur rougeâtre, était tacheté de blanc. Après le coup de foudre, on remarqua avec surprise *la dénudation des taches blanches :* il n'y restait pas un seul poil, tandis que la partie rougeâtre n'avait éprouvé aucune altération apparente. Le propriétaire de l'animal raconta à M. *James Lambert,* que deux ans auparavant, un autre bœuf tacheté de blanc avait présenté exactement le même phénomène après un violent coup de tonnerre.

Enfin, le 20 septembre 1775, un cheval pommelé ayant été foudroyé à *Glynd,* le propriétaire remarqua que dans toute l'étendue des taches blanches, le poil se détachait en quelque sorte de lui-même, et que dans le reste du corps il avait conservé son adhérence ordinaire.

« Quand le ciel était orageux, *Tibère ne manquait* » *pas de porter une couronne de laurier, d'après l'idée*

---

mouillés, parce que l'eau leur communique la propriété dont elle jouit elle-même, d'être un des corps sur lesquels la foudre se porte de préférence. *Franklin* adopte l'opinion contraire, d'après l'idée que les habits mouillés doivent transmettre immédiatement au sol la matière fulminante qui va les frapper.

» *que la foudre ne touche jamais cette sorte de feuil-*
» *lage.* » (Suétone.)

L'opinion que certains arbres ne sont jamais frappés de la foudre, est encore fort répandue.

M. *Hugh Maxwell*, écrivait en 1787 à l'*Académie américaine*, que d'après sa propre expérience et les renseignements qu'il avait recueillis auprès d'un grand nombre de personnes, il se croyait en droit d'affirmer que la foudre frappe souvent l'*orme*, le *châtaignier*, le *chêne*, le *pin*; qu'elle atteint *quelquefois* le *frêne*; que *jamais* elle ne tombe sur le *hêtre*, le *bouleau*, l'*érable*!

Le capitaine *Dibden* n'admettait pas des différences aussi tranchées. Dans une lettre à *Wilson*, en date de 1764, il se contentait de dire que dans les forêts de la *Virginie* qu'il venait de visiter en 1763, les *pins*, quoique considérablement plus hauts que les *chênes*, étaient *beaucoup moins souvent* frappés de la foudre. Je ne me rappelle pas, ajoutait-il, avoir vu des chênes croissant parmi les pins, là où quelques-uns de ces derniers arbres avaient été foudroyés. Voici des faits qui dissiperont bien des doutes.

Les anciens croyaient que *jamais* la foudre ne tombe sur le *laurier*! *Jamais* ne serait plus une expression justifiable, car je trouve dans les Notes de *Poinsinet de Sivry*, un des traducteurs de *Pline*, que *Sennert*, que *Vicomercatus*, que Philippe-Jacques *Sachs*, rapportent plusieurs cas de lauriers foudroyés.

Maxwell range le *hêtre* parmi les arbres que la foudre respecte. Une brochure de M. *Héricart de Thury*, distribuée récemment à l'Académie, m'apprend qu'un vieux hêtre, réservé, en 1835, dans une ancienne futaie abattue au milieu de la forêt de *Villers-Cotterets*, fut foudroyé et à peu près démoli, au mois de juillet de la même année.

Des considérations théoriques avaient porté à croire que les arbres résineux sont à l'abri des coups de foudre. On vient de voir, cependant, que *Maxwell* place le *pin* parmi ceux qui sont frappés *le plus souvent*. Dans la brochure de M. *de Thury*, déjà citée, je trouve parmi les arbres foudroyés :

Un *Pin*, à *Saint-Martin-de-Thury*, le 2 août 1821;

Un *sapin*, à *Saint-Jean-de-Day* (Manche), en juin 1836;

Un *merisier*, à *Anthilly*, en août 1834;

Un *acacia*, à *Saint-Jean-le-Pauvre-de-Thury*, en septembre 1814;

Un *orme*, à *Moiselles*, en juin 1823;

Des *chênes* et des *peupliers*.

Les hommes sont souvent frappés de la foudre au milieu des plaines découvertes. Le danger, beaucoup de faits le prouvent, est plus grand encore sous les arbres; le docteur *Winthorp* concluait de cette double remarque que pour échapper aux atteintes du météore, lorsqu'on est surpris par l'orage en rase campagne, ce qu'on peut faire de mieux, c'est de se

placer à une petite distance de quelque grand arbre : par petite distance il entendait toutes celles qui sont comprises entre 5 et 12 mètres. Une station plus favorable encore, serait celle qui satisferait aux mêmes conditions de distance relativement à deux arbres voisins. *Franklin* approuvait ces préceptes. *Henley*, qui, lui aussi, les croyait fondés sur la théorie et sur l'expérience, ne les modifiait dans le cas d'un seul arbre qu'en recommandant de se placer, relativement à la souche, à 5 à 6 mètres au-delà de la verticale passant par l'extrémité des plus longues branches.

D'après certaines analogies, des physiciens admettent que la foudre respecte toujours le verre. De là à supposer qu'une cage construite en totalité avec du verre, serait un lieu de refuge parfaitement sûr, il n'y avait qu'un pas. Aussi, des cages de cette matière ont-elles été proposées et même construites à l'usage des personnes qui redoutent beaucoup la foudre.

Je suis assurément très disposé à croire qu'en temps d'orage une enveloppe vitreuse atténue quelque peu le danger dont on est menacé ; mais je ne puis admettre qu'elle le fasse totalement disparaître. Voici sur quoi mes doutes se fondent.

Le grand coup de foudre qui atteignit le palais *Minuzzi*, dans le territoire de *Ceneda*, le 15 juin 1776, *perça* ou *brisa* plus de *huit cents* carreaux de vitre.

Lorsque M. *James Adair* fut jeté à terre, en septembre 1780, par le violent coup de tonnerre qui tua deux de ses domestiques dans la maison d'*East-Bourne*, il était placé derrière une croisée vitrée. La monture de la croisée n'éprouva aucun dommage, mais les carreaux de vitre disparurent complétement: le tonnerre les avait réduits en poussière.

A la rigueur on pourrait supposer que la *rupture* des vitres est la conséquence de l'ébranlement de l'air, un simple effet du bruit, de la détonation. Venons donc à des faits moins douteux.

Le 17 septembre 1772, la foudre qui tomba à *Padoue* sur une maison située à *Prato della Valle*, perça un carreau de vitre de la fenêtre du rez-de-chaussée, d'*un trou net et rond* pareil à celui qui serait résulté de l'action d'un foret.

L'ingénieur Caselli, d'Alexandrie, remarqua sur les vitres de ses fenêtres, en 1778, immédiatement après un coup de foudre (*voyez* page 334), des trous ronds, presque sans fissures adjacentes.

En septembre 1824, le tonnerre étant tombé, à *Milton of Comage*, dans la maison de M. *William Bremmer*, un des carreaux de vitre de la fenêtre se trouva percé d'*un trou circulaire de la grandeur d'une balle de fusil*: dans le reste de son étendue, ce carreau n'offrait pas une seule fissure.

Un trou sans fissure parfaitement circulaire, ne saurait être l'effet de l'ebranlement résultant du bruit. Au besoin on pourrait le citer aussi comme une

preuve de l'extrême rapidité avec laquelle la matière fulminante marche. Le trou de la vitre de M. *Bremmer* fortifie les observations isolées de *Padoue* et d'*Alexandrie*. Ces observations réunies détromperont tant de personnes qui se figuraient que des panneaux de verre étaient, pour la foudre, des barrières infranchissables.

Mille exemples ont prouvé que la foudre ne tombe jamais sur un homme ou sur une femme, sans attaquer plus particulièrement les parties métalliques de leurs ajustements. On peut donc admettre que ces parties augmentent sensiblement le danger d'être foudroyé. Cette supposition, personne ne la révoquera en doute, s'il s'agit de masses de métal un peu fortes; en tout cas je dirais que le 21 juillet 1819, le tonnerre tomba sur la prison de *Biberac* (*Souabe*) et qu'il alla frapper dans la grande salle, *au milieu de vingt détenus*, UN chef de brigands déjà condamné *qui était* ENCHAÎNÉ *par la ceinture*.

La supposition sera plus difficile à justifier quant aux légères parties métalliques qui entrent dans nos vêtements habituels. Ne pourrai-je pas cependant qualifier du nom de preuve, l'observation curieuse faite au *Bréven*, en 1767, par *Saussure* et ses compagnons de voyage:

Le temps était orageux. Quand les observateurs élevaient la main et étendaient un doigt, ils sen-

taient à l'extrémité une sorte de picottement. « M. *Jalabert* (nous dit le célèbre voyageur), qui » avait un galon d'or à son chapeau, entendait (de » plus) autour de sa tête un bourdonnement effrayant. » *On tirait des étincelles du bouton d'or de ce cha-* » *peau*, de même que de la virole de métal d'un » grand bâton que nous avions avec nous (1). »

Donnez à l'orage un tant soit peu plus d'intensité, et le léger galon d'or, et le petit bouton de métal deviendront, dans des circonstances pareilles à celles du *Bréven*, des causes d'explosion ; et M. *Jalabert* sera foudroyé plutôt que ses voisins dont les chapeaux ne sont ornés ni de galons d'or, ni de boutons de métal.

---

(1) Je savais depuis long-tems que d'après divers observateurs, l'atmosphère quand elle est fortement imprégnée de matière fulminante pendant une averse de neige, devient sonore à un degré étonnant ; qu'il suffit d'y agiter les doigts avec quelque vitesse pour engendrer des sons musicaux. Toutefois, en rendant compte, dans le § (AA), des aigrettes lumineuses des tems d'orage, je n'ai pas eu la hardiesse de mentionner les singulières propriétés acoustiques qu'on disait être la conséquence de la disposition atmosphérique en question. Une Note que je viens de trouver dans l'Encyclopédie du docteur *Brewster*, sans dissiper complétement mes doutes, les a un peu affaiblis ; voilà pourquoi je reviens sur ce sujet.

En juillet 1814, dit le célèbre physicien d'Edinburgh, MM. *Tupper* et *Lanfiar*, étant arrivés, dans leur descente de l'*Etna*, à peu de distance de la *maison* dite *des Anglais*, furent surpris par une forte averse de neige, accompagnée de violents coups de

Voici un fait rapporté par *Constantini* en 1749, et qui va encore plus directement au but :

Le temps étant orageux, une dame étend la main pour fermer sa fenêtre ; la foudre part, et le bracelet d'or qu'elle portait disparaît si complétement qu'on n'en retrouve plus aucun vestige. La dame n'avait d'ailleurs reçu que de très légères blessures.

Sans ces remarques préliminaires, on aurait été étonné de me voir recueillir ici l'explication que le célèbre voyageur *Bridone* a donnée de l'événement arrivé à une personne de sa connaissance : à madame *Douglas*.

Cette dame regardait par sa fenêtre pendant un orage. La foudre éclata, et son chapeau, (seulement son chapeau), fut réduit en cendres. Suivant M. *Bridone*, la foudre avait été attirée par le mince *fil métallique* qui dessinait le contour du chapeau, et

---

tonnerre. Dans cette position, les deux voyageurs et leur guide entendaient, comme *Saussure*, *Jalabert*, etc, un simple bruit sifflant, toutes les fois qu'ils tenaient le bras en l'air en ne laissant qu'un doigt de la main ouvert ; mais lorsqu'ils déplaçaient le doigt à travers cette atmosphère neigeuse, dans divers sens et avec rapidité, *ils pouvaient, à volonté, engendrer une grande variété de* SONS MUSICAUX, *dont l'intensité était telle qu'on les entendait parfaitement à la distance de* 40 *pieds*.

Je sais très bien ce qu'on trouvera de difficulté à concevoir comment des décharges partant des flocons de neige, ont pu avoir dans leur espacement la régularité que la production de sons musicaux paraît exiger ; mais où en serions-nous si nous nous mettions à nier tout ce qu'on ne sait pas expliquer ?

sur lequel s'appuyait l'étoffe. Aussi propose-t-il de renoncer à ces bordures de métal ; aussi se prononce-t-il contre la mode si répandue de maintenir et d'orner les cheveux avec des épingles (*) et des tresses en or ou en argent. Dans la crainte bien naturelle que ses conseils ne restassent sans effet, il demandait, « que chaque femme portât une petite » chaîne ou un fil d'archal qu'elle accrocherait en » temps d'orage aux parties métalliques du chapeau, » et par lequel la matière fulminante s'écoulerait » jusqu'à terre, au lieu de prendre sa course à tra- » vers la tête et les membres inférieurs. »

En résumé, il est mieux, quand il tonne, de n'avoir point de métal sur soi ; mais vaut-il la peine de songer à l'accroissement de danger qu'une montre, que des boucles, que des pièces de monnaie, que les fils, que les chaînes ou aiguilles métalliques dont les femmes font usage peuvent occasioner ? Cette question n'est pas susceptible d'une solution générale, car chacun l'envisagera à travers ses préoccupations et se laissera plus ou moins dominer par la crainte que le météore lui inspire.

Lorsque la foudre tombe sur des hommes ou des animaux placés les uns à la suite des autres, soit en

---

(*) *Kundman* rapporte que la foudre fondit une aiguille de cuivre qui servait à retenir les cheveux d'une jeune fille et, par parenthèse, sans les brûler.

ligne droite, soit le long d'une courbe NON FERMÉE; *c'est aux deux extrémités de la file que ses effets sont généralement les plus intenses, les plus fâcheux.*

Ce *théorème*, si l'expression m'est permise, semble découler des faits que j'ai recueillis et dont je vais donner l'analyse. On comprendra, j'espère, que je traite ici une simple question de science, et qu'en indiquant la place où l'on est le moins exposé, je n'entends conseiller à personne d'aller s'y réfugier, puisqu'en atténuant par là ses propres risques, l'on augmenterait inévitablement ceux d'autrui.

Le 2 août 1785, la foudre tomba, à Rambouillet, sur une écurie où se trouvaient sur une seule file *trente-deux* chevaux. *Trente* furent renversés sur le coup. *Un seul était raide mort :* il occupait l'une des extrémités de la file; un autre *très grièvement blessé* (il mourut), se trouvait à l'extrémité opposée.

Le 22 août 1808, la foudre tomba sur une maison du village de *Knonau*, en *Suisse*. *Cinq enfants* lisaient assis sur un banc dans une des pièces du rez-de-chaussée. *Le premier et le dernier* tombèrent raide morts. Les trois autres en furent quittes pour une violente commotion.

A *Flavigny* (*Côte-d'Or*), cinq chevaux étaient dans une écurie où la foudre pénétra. Les deux premiers et les deux derniers périrent. Le cinquième, celui du milieu, n'eut aucun mal (1).

---

(1) Je rapporte ce fait à l'appui de la proposition inscrite en

Un de mes amis m'apprend qu'on lui raconta, il y a quelques années, dans une ville de *Franche-Comté*, et cela peu de jours après l'événement, que la foudre étant tombée en plein champ sur une *file de cinq* chevaux tua le premier et le dernier. Les trois autres ne semblaient pas même blessés (1).

Quand elle rencontre une barre métallique, la foudre, tout le monde le sait et le comprend, ne produit guère de dégât notable qu'à l'entrée et à la sortie. On conçoit aisément qu'il en soit de même de toute autre nature de corps; mais que

---

tête de ce paragraphe, quoiqu'à l'époque de l'événement on crût à *Flavigny* avoir expliqué tout ce qu'il offrait d'extraordinaire, par la remarque que le cheval épargné *était aveugle* et les quatre autres clairvoyants.

(1) En l'an IX, la foudre tomba à *Praville*, près de *Chartres*, sur un moulin à vent, y mit le feu et tout fut consumé. Pendant ce temps, le meunier cheminait *entre* un cheval et un mulet chargés de grains. *Les deux* animaux, frappés du même coup, restèrent morts sur la place. Le meunier en fut quitte pour un fort étourdissement, pour quelques mèches de cheveux brûlées et pour la perte de son chapeau.

Je n'ai pas donné place à cet événement dans le texte, parce qu'il me semble moins démonstratif que les autres; parce qu'il n'est pas évident de soi-même que la foudre tue avec une égale facilité toutes les espèces d'animaux; parce qu'il me paraît établi, au contraire, d'après un certain ensemble de faits, que les hommes résistent plus fortement à la foudre que les chevaux et les chiens. Voici quelques-uns de ces faits sur lesquels, au besoin, j'appuierais mon opinion.

Le 12 avril 1781, MM. d'*Aussac*, de *Gautran* et de *Laval-*

cette règle puisse être étendue au cas où il y a de larges solutions de continuité; que *trente-deux* chevaux, par exemple, espacés comme ils le sont ordinairement dans une écurie, doivent être considérés, quant aux effets de la foudre, comme une masse unique ayant un commencement et une fin, on l'aurait, je crois difficilement deviné. Cependant, à quelle autre assimilation recourir pour rendre compte du curieux phénomène auquel ce paragraphe a été consacré?

Franklin a donné des préceptes à l'usage des personnes qui, craignant la foudre, se trouvent en tems d'orage dans des maisons non munies d'un de ces paratonnerres dont nous allons tout-à-l'heure nous occuper.

---

longue furent frappés de la foudre près de *Castres*. *Les trois chevaux* que ces messieurs montaient périrent sur le coup. *Un seul* des cavaliers, M. d'Aussac, succomba.

En juin 1826, près de *Worcester*, le tonnerre tua une jument, sans que l'enfant qui la conduisait éprouvât aucun accident fâcheux.

En juin 1810, M. *Cowens* était dans un appartement *à côté* de son chien quand le tonnerre y pénétra. Le chien fut tué raide; M. *Cowens* ressentit à peine la commotion.

Le 11 juillet 1819, la foudre, comme nous l'avons déjà rapporté, tua neuf personnes pendant le service divin, à *Château-Neuf-les-Moutiers*; mais ce que nous n'avons pas encore dit, c'est qu'elle tua, en même tems, TOUS *les chiens* que l'église renfermait. On retrouva ces animaux dans l'attitude qu'ils avaient avant la chute du météore!

Il veut qu'elles évitent le voisinage des cheminées. La foudre en effet, entre souvent par les cheminées, à cause de la suie qui les tapisse intérieurement et de la propriété que cette suie partage avec les métaux, d'être un des corps sur lesquels le météore se dirige de préférence.

On doit aussi pour la même raison, s'éloigner autant que possible des métaux, des glaces (à cause de leur tain) et des dorures.

Le mieux semble devoir être de se tenir au milieu d'un salon ; mais il faut excepter le cas où l'on aurait un lustre ou une lampe au-dessus de sa tête.

Moins on touche les murs et le sol et moins on est exposé. Le plus sûr serait donc d'avoir un hamac, suspendu à des cordons de soie, au centre d'une vaste chambre.

A défaut de suspension, il est bon d'interposer entre soi et le sol quelques-uns de ces corps que la matière fulminante traverse le plus difficilement. Ainsi on peut poser sa chaise sur du verre, de la poix ou sur plusieurs matelas.

Ces précautions doivent atténuer le danger mais elles ne le font pas disparaître. Il n'est pas sans exemple, en effet, que le verre, la poix et plusieurs épaisseurs de matelas, aient été traversés par la foudre. Chacun doit comprendre aussi que si le météore ne trouve pas tout autour de la chambre un métal continu qui le dirige, il pourra s'élancer d'un point sur le point diamétralement opposé et ren-

contrer dans sa course les personnes situées au milieu, fussent-elles suspendues dans des hamacs.

Des météorologistes, *Balitoro* entre autres, affirment que la foudre ne frappe *jamais la face nord des édifices*. Suivant eux c'est au sud-est, surtout, qu'on doit la redouter.

Cette opinion est, dit-on, assez répandue en Italie, pour qu'en tems d'orage, beaucoup de personnes prennent la précaution d'aller se réfugier dans les pièces de leurs habitations situées au nord. Si le fait est exact, peut-être ne faut-il y voir que la conséquence de la direction suivant laquelle, dans nos climats, le vent souffle à peu près toujours quand le tonnerre gronde.

Des nuages *venant du sud* et fortement imprégnés de matière fulminante, ne peuvent guère manquer de laisser tomber le tonnerre, de préférence, sur la première face des édifices au-dessus desquels ils passent. Au surplus, depuis qu'on a constaté que les jets si élevés des aurores boréales, se rangent parallèlement à l'aiguille magnétique d'inclinaison, de quel droit nierait-on la possibilité d'une direction commune dans les traits fulminants?

Suivant *Nollet*, à hauteurs pareilles et toutes autres circonstances égales d'ailleurs, les flèches des clochers couverts d'ardoises, sont plus souvent et

plus rudement frappées de la foudre, que les flèches construites en pierres.

Il ne faudrait pas, je crois, chercher l'origine de cette singularité, dans quelque différence spécifique entre la matière de l'ardoise et l'espèce de pâte dont la pierre est formée. Elle paraît plutôt tenir à l'humidité qui imprègne si facilement pendant la pluie la charpente couverte de lattes sur laquelle les ardoises reposent, et à la multitude de clous métalliques qui servent à les fixer.

Plus la matière conductrice agglomérée quelque part a de masse ou de volume, et plus deviennent grandes les chances d'être foudroyé dans son voisinage. Ceci une fois admis, puisque l'homme dans l'état de vie est un assez bon conducteur de la matière fulminante, doit-on rejeter d'emblée cette opinion de quelques physiciens habiles (de *Nollet* par exemple), que le danger d'être frappé du tonnerre dans une église, augmente avec le nombre de personnes qui s'y trouvent réunies ?

Une seconde cause peut aussi contribuer à rendre les nombreuses réunions d'hommes ou d'animaux, dangereuses en tems d'orage. Leur transpiration ne saurait manquer de donner lieu à une colonne ascendante de vapeur; or tout le monde sait que l'air humide transmet la foudre beaucoup mieux que l'air sec. La colonne de vapeur doit donc, de

préférence, conduire la foudre au lieu même d'où elle émane. Faut-il s'étonner après cela, que des troupeaux de moutons soient si souvent foudroyés, et qu'un seul coup puisse amener la mort de 30, de 40 et même de 50 de ces animaux.

En Amérique c'est une opinion généralement admise, que les granges (*barns*) remplies de grains ou de fourrages, sont plus fréquemment frappées de la foudre que les autres espèces de bâtiments.

Ce fait semble aussi devoir être attribué à un courant ascendant d'air humide dont l'origine ne sera pas difficile à trouver, en se rappelant qu'on emmagasine généralement la récolte, avant qu'elle soit parvenue à un grand état de sécheresse.

Une seule personne est quelquefois foudroyée au milieu d'un groupe nombreux, sans qu'on entrevoie les causes déterminantes de cette sorte de choix, sans qu'elle ait dans ses vêtements plus de parties métalliques que les personnes voisines, sans que sa position relativement aux objets environnants *paraisse* offrir rien de particulier!

J'ai dit *paraisse*, car pour agir activement, une cause n'a pas besoin d'être visible; car une masse de fer perdue dans l'épaisseur d'une maçonnerie, produit tout autant d'effet que si elle était à découvert, etc. Il sera bien rare qu'on puisse affirmer que tout était identique, quant aux positions, entre

la personne frappée et la personne épargnée : celle-ci se sera trouvée plus loin que l'autre, d'une masse de métal, d'un filet d'eau, etc., cachés sous un parquet, derrière une boiserie, au sein de la terre, etc., sans qu'on s'en soit douté.

Il semble difficile d'arriver par cette voie à reconnaître s'il y a des différences spécifiques entre un homme et un autre homme, relativement à la faculté d'être foudroyé. Le doute n'a pu être éclairci qu'à l'aide d'expériences indirectes qui seront analysées dans une seconde Notice. Ici je dois me contenter d'affirmer que des différences spécifiques existent, et qu'en tems d'orage, dans deux situations toutes pareilles, tel homme, par la nature de sa constitution, court plus de danger que tel autre homme (1).

---

(1) Toute réflexion faite, j'essaierai de donner ici en quelques mots une idée générale des expériences auxquelles je viens de faire allusion.

La matière qui jaillit en étincelles du conducteur d'une machine électrique dont on a tourné quelque temps le plateau, est de la matière fulminante. Comme la matière fulminante, elle se transmet presque sans affaiblissement à travers de grandes étendues de métal, d'eau, etc. Elle traverse aussi assez librement *une longue* file d'hommes qui se donnent la main en formant *la chaîne*. Cependant il existe des personnes qui *arrêtent brusquement* la communication et ne ressentent pas la secousse, lors même qu'elles occupent la seconde place de la file. Ces personnes, *par exception, ne sont pas conductrices* de la matière fulminante.

S'expose-t-on à être foudroyé quand on court pendant des tems orageux.

On prétend qu'il est dangereux, en tems d'orage, de *courir* à pied ou à cheval ; on prétend même qu'il ne faut pas *marcher* contre la direction du vent et le sens du mouvement des nuages. Ces deux recommandations, examinées au fond, reviennent à celle-ci : il faut éviter de se trouver dans un courant d'air.

Un courant d'air attirerait-il donc réellement la foudre, faciliterait-il sa chute? A défaut de moyens décisifs de trancher cette question, on a cité l'usage de fermer les fenêtres dès qu'un orage se manifeste, comme le résultat d'une véritable expérience ; on a pensé que les peuples les plus éloignés ne se seraient pas généralement accordés à se clore quand le ton-

---

Par exception il faut donc les ranger parmi les corps *non conducteurs* que la foudre respecte ou qu'elle frappe, du moins, rarement.

Des différences aussi tranchées ne peuvent pas exister sans qu'il n'y ait également des nuances. Or, chaque degré de conductibilité correspond en tems d'orage à une certaine mesure de danger. L'homme conducteur comme le métal, sera aussi souvent foudroyé que le métal ; l'homme qui interrompt la communication dans *la chaîne*, n'aura guère plus à craindre que s'il était de verre, de résine. Entre ces limites il se trouvera des individus que la foudre frappera à l'égal du bois, des pierres, etc. Ainsi dans les phénomènes du tonnerre, tout ne git pas dans la place qu'un homme occupe : la constitution physique de cet homme, joue aussi un certain rôle.

nerre gronde, si cette pratique n'avait aucun avantage. Ai-je besoin de faire remarquer qu'il n'est pas de préjugé populaire qu'on ne puisse justifier en raisonnant ainsi.

Pendant un orage, il pleut, il vente fortement; l'usage de fermer les portes et les fenêtres, a donc pu naître, tout simplement, de la nécessité de se garantir du vent et de la pluie. Nous savons, toutefois, que dans quelques pays, cet usage est appuyé sur des idées superstitieuses. En *Esthonie*, par exemple, *c'est la peur de laisser entrer le malin esprit que Dieu poursuit quand le tonnerre gronde*, qui détermine chacun à calfeutrer les plus petites ouvertures (Salverte, *Des sciences occultes*). N'est-il pas remarquable que des idées religieuses aient conduit les Juifs, dans certaines contrées, à faire exactement le contraire des Esthes. Dès que l'éclair sillonne la nue, les Juifs, dit l'abbé Deehman, ouvrent portes et fenêtres, afin que le *Messie*, dont la venue doit être annoncée par un orage, puisse entrer librement dans l'habitation qu'il voudra choisir.

Examinons, au surplus, la pratique en elle-même, autant que l'état de la science peut le permettre.

L'atmosphère oppose une certaine résistance au passage de la matière de la foudre. Il est probable que cette résistance diminue quand la température et l'humidité augmentent, quand la pression barométrique s'affaiblit. Ainsi, tout ce qui amoindrit la densité de l'air en un point donné, tend, peu ou

prou, à y appeler la foudre. Or, un homme qui court, *par un temps* calme, laisse derrière lui un espace où, mathématiquement parlant, l'air est raréfié. A parité de circonstances, cet espace sera donc celui où les coups de foudre deviendront le plus imminents. Voici un fait, dont les circonstances m'ont été communiquées par mon illustre confrère l'amiral Roussin, et qui *peut-être* sera considéré comme quelque peu favorable aux conjectures qu'on vient de lire :

La frégate *la Junon,* faisant route pour l'Inde, fut assaillie, le 18 avril 1830, à peu de distance des Canaries, par un violent orage pendant lequel, *malgré son paratonnerre,* la foudre tomba à bord.

Le fait de la chute de la foudre ne paraît pas douteux. En effet, immédiatement après l'explosion il se manifesta dans tout le navire une forte odeur *de soufre.* Les personnes qui se trouvaient sur le gaillard d'arrière, *virent* d'ailleurs une flamme se détacher de la chaîne conductrice. Cette flamme se montra en un point situé à moitié de la distance entre la grand'hune et le bastingage et alla à *babord* se perdre dans les flots, tandis que l'extrémité de la chaîne plongeait dans la mer du côté opposé ou à *tribord;* j'ajoute, enfin, qu'au moment du coup de tonnerre, un des matelots de l'équipage fut si complétement asphyxié qu'on le crut mort.

Après l'accident, on s'assura que la chaîne composée de fils de cuivre tordus à la manière des cor-

dages et formant un cylindre d'environ un centimètre de diamètre, n'avait été rompue en aucune de ses parties. La pointe de la flèche métallique vissée sur la tête du grand mât et avec laquelle la chaîne conductrice communiquait, était seule *brûlée*.

Le fait d'une décharge *latérale* de la foudre provenant du conducteur, est actuellement connu dans tous ses détails. Il resterait à en trouver l'explication. La première qui se présente à l'esprit consiste à dire que la chaîne métallique était d'un diamètre beaucoup trop petit. Ne pourrait-on pas supposer, pour ajouter à la force de l'objection, qu'au moment de la décharge, l'extrémité de la chaîne ne plongeait pas dans l'eau? Cette extrémité s'attache à une latte de cuivre, ordinairement clouée sur les deux ou trois premières virures de la flottaison. La latte est à tribord; tribord était au vent, et dans la relation, on parle du vent comme très fort. Tout porte donc à croire que le bâtiment était momentanément soulevé du côté du point d'attache de l'extrémité inférieure de la chaîne conductrice. Malheureusement on ne saurait dire de combien, et cette circonstance atténue beaucoup le mérite de la conjecture que je viens de hasarder.

A bord de *la Junon* tout le monde était convaincu que la foudre avait quitté le conducteur *par l'effet du vent très violent qui soufflait alors*. Il est, assurément, bien loin de ma pensée de recommander cette explication. D'un autre côté, cependant, je

n'oserais la déclarer indigne d'examen. Sous le vent de la chaîne métallique conductrice, comme sous celui des cordages, des mâts, etc., il devait y avoir, par suite d'un phénomène bien connu des hydrauliciens sous le nom de communication latérale de mouvement, une sorte de vide, c'est-à-dire, un petit espace dans lequel la pression atmosphérique était considérablement affaiblie. Or, nier sans réserve toute influence de cette diminution brusque de pression, ne serait pas d'un esprit philosophique, surtout en présence de tant d'observations de physique que nous développerons plus tard, c'est-à-dire, quand nous rapprocherons les phénomènes de l'électricité artificielle de ceux de la foudre.

Je viens de parcourir les considérations diverses sur lesquelles on a pu se fonder pour conseiller de ne pas courir quand il tonne. Maintenant, il est permis de se demander si, en temps d'orage, ce qu'on gagne à rester immobile ou à marcher lentement, quant au danger d'être foudroyé, est une compensation suffisante du désagrément d'être mouillé par une forte averse.

Les nuages d'où les éclairs et le tonnerre s'échappent incessamment, sont-ils constitués, comme quelques physiciens le supposent, de telle sorte qu'il y ait danger de mort à les traverser?

La constitution intime des nuées est trop imparfaitement connue pour qu'on ait été à même d'ap-

précier, d'après des considérations théoriques, le danger qu'il pourrait y avoir à trop approcher du foyer d'un orage. Sur ce point, l'opinion générale me paraît bien plutôt un affaire de sentiment, que le résultat d'une discussion approfondie. De noirs nuages lancent quelquefois au loin la destruction, l'incendie et la mort! Que ne doivent-ils pas faire *de près?* Tel est l'aperçu vague auquel on s'est arrêté. *Volta*, lui-même, n'avait peut-être pas d'autre guide, lorsque dans son Mémoire sur la formation de la grêle, il traitait le projet de traverser une nuée orageuse de hardiesse inouie. Quoi qu'il en soit, la question m'a paru mériter d'être examinée. Il importait de savoir si les météorologistes pouvaient conserver l'espoir d'aller, tôt ou tard, étudier la foudre dans la région même où elle s'élabore; il était bon aussi d'apprécier à sa juste valeur le danger que l'on court dans certaines montagnes où les orages naissent avec trop de rapidité pour que les voyageurs aient le tems de leur échapper. Ma tâche, au reste, se bornait à rechercher si des personnes s'étaient jamais trouvées au milieu de nuages, foyer d'un orage déclaré, sans y périr; mais je ne devais admettre que des observations nettes, précises, exemptes d'ambiguité. Tous ces caractères je les ai trouvés réunis dans une relation de l'*abbé Richard*, auteur de l'*Histoire de l'air et des météores.*

A la fin d'août 1750, ce physicien montait en

voiture la petite montagne de *Boyer*, à peu de distance de *Senecey*, entre *Châlons-sur-Saône* et *Tournus*. Aux trois quarts de la hauteur de cette montagne, s'était arrêté un nuage dans lequel le tonnerre grondait de tems en tems. Bientôt M. Richard l'atteignit. Dès ce moment, la foudre ne se manifesta plus par des coups brusques et des intervalles de silence. Elle faisait un bruit continuel semblable à celui d'un tas de noix que « l'on roulerait sur des planches. » Au sommet de la montagne, l'observateur se trouva *au-dessus* de la nuée : elle n'avait pas cessé d'être orageuse, car de brillants éclairs la sillonnaient, car il en partait de fortes détonations.

Le second exemple que je citerai n'aura pas pour garant un physicien. Peut-être sera-ce un avantage, les circonstances, d'ailleurs peu nombreuses et très simples du phénomène, ayant été recueillies par une personne qui n'avait pas de système à faire prévaloir. J'écris ce qu'on va lire sous la dictée de ma sœur :

« Il y a quelques années je partis un matin, avec » deux de mes amies, du village d'*Estagel*, pour me » rendre à *Limoux*. Notre voiture avait déjà gravi une » bonne partie de la route sinueuse et rapide du *Col* » *Saint-Louis*, lorsque toute la vallée se couvrit su- » bitement de nuages orageux sur la nature desquels » on ne pouvait pas se méprendre, puisqu'il en sor- » tait de brillants éclairs, puisque de forts coups de

» tonnerre se faisaient entendre. Mes compagnes et » moi nous désirions rétrograder. Le cocher fut d'un » avis contraire; il alla donc à la rencontre de l'o- » rage. Comme nous avions grand peur, nous fer- » mâmes les yeux pour ne pas voir les éclairs, nous » nous bouchâmes les oreilles pour ne pas entendre » le tonnerre. Nous étions depuis environ un quart » d'heure dans cet état, quand le cocher nous fit sa- » voir, à notre très vive satisfaction, que tout danger » était passé. Le nuage, en effet, se trouvait au- » dessous de nous : il y éclairait encore, il y tonnait, » mais notre inquiétude cessa, car nous jouissions » d'un ciel pur et du plus beau soleil. »

MM. les capitaines *Peytier* et *Hossard*, que j'ai déjà eu l'occasion de citer honorablement, se sont trouvés dans les Pyrénées au milieu de nuages, *foyer d'un orage déclaré :*

Sur le sommet du *pic d'Anie*, à 2504 mètres de hauteur, le 15 juin 1825; les 20, 24 et 25 juillet 1827;

(L'orage du 15 juin dura 6 heures; les cheveux des observateurs et les glands de leurs casquettes se dressaient; on entendait un sifflement autour des parties saillantes des corps.)

Au sommet du *pic Lestibète*, à 1851 mètres, les 4, 5, 6 et 13 juillet 1826;

(Pendant l'orage du 13 il tomba des grêlons en étoile de près de trois centimètres de diamètre.)

Sur la montagne de *Troumouse*, à 3086 mètres, les 9 et 13 août 1826;

(L'orage du 9 dura 24 heures; il grêla, il plut, les tonnerres furent très fréquents. La tente, malgré trois toiles superposées de coutil très serré, parut quelquefois comme embrasée. Le fusil chargé de M. *Hossard*, laissé par précaution hors de la tente, offrit, le lendemain, plusieurs traces de fusion évidentes à l'extrémité du canon. De la vallée cet orage parut si violent que les habitants d'*Héas* n'espéraient revoir ni les deux officiers, ni leurs guides.)

Au *pic de Baletous*, à 3146 mètres, les 25, 30 et 31 août 1826;

(Pluie, grêle, neige; éclairs d'une extrême vivacité, suivis instantanément d'une détonation. La foudre tomba le 31 sur une perdrix blanche que les guides de MM. *Peytier* et *Hossard* avaient suspendue par une ficelle à un piquet en bois. Le bout du piquet se trouva charbonné. Une traînée de plumes avait été enlevée sur la perdrix, depuis la tête jusqu'à la queue. Du village d'*Arrens* l'orage avait paru si fort qu'on ne s'attendait plus à voir redescendre les observateurs du *pic de Baletous*.)

Est-on frappé de la foudre avant de voir l'éclair?

Je doute qu'aucun physicien se fût hasardé, il y a peu d'années, à poser publiquement la question qu'on vient de lire. Rien, alors, ne semblait devoir être plus

rapide que la lumière. Une vitesse bien constatée de 80 mille lieues par seconde, paraissait assez étonnante pour que l'imagination ne cherchât pas à aller au-delà. Les expériences de M. *Wheatstone* devaient changer la disposition des esprits. Elles ont en effet, je ne dis pas démontré, mais du moins fait entrevoir la possibilité de vitesses plus considérables que celle de la lumière, et cela dans une matière (la matière électrique) dont cent comparaisons tendent à établir l'identité avec celle de la foudre. Le doute énoncé en tête de ce chapitre, méritait donc d'être approfondi, sous le point de vue théorique. La météorologie ne pouvait qu'y gagner; je crois aussi que le problème touche, par quelques points, à la physiologie; il m'a semblé, enfin, que bien des personnes timides seraient arrachées aux cruelles préoccupations dont elles sont assaillies pendant les orages, s'il était prouvé qu'on n'a rien à craindre de la foudre quand on a vu l'éclair.

Un fermier du *Cornouailles*, *Thomas Olivey*, qui fut jeté à terre sans connaissance par un effroyable coup de tonnerre, le 20 *décembre* 1752, avait si peu entendu le bruit, si peu aperçu la lumière du météore, qu'en revenant à lui au bout d'un quart-d'heure, sa première pensée fut de demander *qui l'avait frappé*.

Un homme est foudroyé, près de *Bitche*, le 11 juin 1757. Après qu'il est revenu d'un long évanouissement, l'abbé *Chappe* lui demande de rendre

compte de ses sensations. Voici sa réponse : je n'ai rien entendu, *je n'ai rien vu!*

Le révérend *Antony Williams*, recteur de *Saint-Keverne* (*Cornouailles*), fut atteint, le 18 février 1770, par le même coup de foudre qui ravagea son église. En revenant à lui, après un long évanouissement, il déclara *n'avoir pas vu l'éclair, n'avoir pas entendu le tonnerre.*

M. *Howard* questionna le survivant de deux jardiniers que la foudre avait jetés à terre sans connaissance, en 1807, dans une maison de campagne voisine de Manchester. Cet homme, *George Bradbury*, déclara positivement n'avoir ni entendu le tonnerre, *ni vu l'éclair* au moment de l'accident.

Le 11 juillet 1819 le tonnerre tomba sur l'église de *Châteauneuf-les-Moutiers*, arrondissement de *Digne*, département des Basses-Alpes. Il y tua *neuf* personnes et en blessa *quatre-vingt-deux*. Le curé de Moutiers se trouvait parmi ces dernières. On le ramassa complétement asphyxié ; son surplis était en flammes ; il revint à la vie deux heures après l'accident et déclara alors « n'avoir rien entendu, n'avoir rien su de ce qui s'était passé. »

M. *Rockwell*, frappé du tonnerre en août 1821, n'avait *ni vu l'éclair*, ni entendu le bruit!

Un ouvrier, *H.-N. Reeves*, qui travaillait, en juin 1829, au clocher de *Salisbury*, tomba sans connaissance à la suite d'un violent coup de foudre. Quand on l'eut fait revenir d'un long évanouisse-

ment, il déclara *qu'il n'avait point vu l'éclair* au moment de sa chute.

Des moyens à l'aide desquels on a prétendu mettre LES ÉDIFICES *à l'abri des atteintes de la foudre.*

Columelle rapporte que *Tarchon* croyait s'être mis complétement à l'abri des coups de tonnerre, en entourant sa demeure de *vignes blanches.*

Près de deux mille ans d'expériences ne nous ont rien appris, relativement aux vignes blanches, qui puisse justifier les espérances de *Tarchon* (1).

Au XVme siècle, *on plantait une épée nue sur le mât de chaque vaisseau pour en écarter la foudre. Saint Bernardin de Sienne* qui nous a conservé le souvenir de cette coutume, la qualifiait de préjugé.

(LABOISSIÈRE, *Acad. du Gard*, 1822.)

On verra, tout à l'heure, ce qu'il faudrait ajouter à l'épée pour qu'elle produisît de bons effets.

La foudre, *toutes circonstances égales*, frappe de préférence les lieux élevés. On a cru pouvoir conclure de ce fait incontestable, qu'*un objet quelconque* est

---

(1) Dans le midi de l'Europe et surtout en Italie, lorsque les cultivateurs voient un rameau de vigne où les feuilles et les fruits sont complétement desséchés, ils ne manquent pas de dire que c'est l'effet d'un éclair.

toujours garanti par un objet plus haut situé dans son voisinage ; qu'une maison, par exemple, n'a rien à craindre du météore quand elle est entourée de clochers ; mais on n'a pas réfléchi que des circonstances spécifiques, visibles ou cachées, peuvent compenser, et au-delà, les influences d'une plus grande hauteur. Les faits légitiment l'objection :

Le 15 mars 1773, la foudre tomba à *Naples* sur la maison habitée par *Lord Tilney*, quoique cette maison *fût dominée de tous les côtés, à quatre ou cinq cents pas de distance*, par les coupoles et les tours d'un grand nombre d'églises. Ajoutons que ces coupoles et ces tours étaient alors mouillées par une abondante pluie.

On pourrait citer cent exemples de laboureurs tués par la foudre, précisément à côté de meules de foin ou de tas de gerbes de blé deux ou trois fois plus haut qu'eux et qui n'avaient pas été frappés (1).

Est-il vrai que des arbres qui dominent une maison à de petites distances, la mettent complétement à l'abri

---

(1) Les pierres de foudre étaient jadis considérées comme un préservatif contre les effets destructeurs du météore. Il suffisait, dès le début d'un orage, de frapper trois coups, avec une de ces pierres, sur toutes les faces de quelque habitation que ce fût ; ensuite on n'avait rien à redouter ! Il ne faudrait pas aller bien loin, pour trouver encore de nos jours cette absurde pratique en crédit ; un préjugé qui se fait l'auxiliaire de la peur, ne manque jamais d'avoir une longue durée.

des atteintes de la foudre, ainsi que le prétendent beaucoup de physiciens?

Si l'on s'en rapporte au témoignage de ceux qui achètent et exploitent de grandes étendues de forêts pour les besoins du charronnage et de la menuiserie, les arbres sont frappés de la foudre beaucoup plus fréquemment qu'on ne l'imagine. Lorsqu'on les scie, lorsqu'on en fait des madriers ou des planches, il se montre une multitude de fentes, de fissures, qui évidemment ont eu un coup de tonnerre pour cause première.

Cette observation concorde avec une remarque que M. *de Tristan* a déduite de l'observation de 64 orages distincts et accompagnés de grêle qui, dans l'espace de 26 ans (du 1er janvier 1811 au 1er janvier 1827), occasionèrent de grands dommages en divers points du département du *Loiret*, voisins de la forêt d'*Orléans*. M. *de Tristan* a reconnu qu'un orage, quand il passe sur une vaste forêt, s'affaiblit notablement.

D'après ces observations, il paraît incontestable que les arbres soutirent aux nuages orageux, une partie considérable de la matière fulminante dont ils sont chargés. On peut donc les considérer comme un moyen d'atténuer la gravité des coups foudroyants; mais c'est aller au-delà des limites de l'observation, que de les doter d'une vertu préservatrice absolue. Voici, au surplus, des faits qui montreront combien mes doutes sont fondés :

Le 2 septembre 1816, le tonnerre tomba à *Conway*

(*Massachussets*), sur l'habitation de M. *John Williams*, et y produisit de grands dégâts. Cependant, dans le voisinage, existaient des *peupliers d'Italie* de soixante à soixante-dix pieds anglais de haut, et dont les sommités dépassaient le toit du bâtiment de 30 à 40 pieds. Un des peupliers n'était qu'à six pieds de distance du point par lequel le tonnerre pénétra dans la maçonnerie. Aucun de ces arbres n'avait-été frappé.

Veut-on une autre preuve de l'inefficacité des arbres comme paratonnerres, ou comme moyen de sûreté pour les habitations qu'ils entourent? Je la trouverai dans les circonstances du coup de foudre qui, le 17 août 1789 frappa la maison de M. *Thomas Leiper*, près de *Chester*, aux États-Unis. Ces circonstances je les extrais d'une Note publiée en 1790 par le célèbre *David Rittenhouse*.

L'habitation de M. Leiper est bâtie au bas d'un pli de terrain assez prononcé. *Dans la direction de l'ouest*, le sol, à la courte distance d'une vingtaine de mètres, est déjà à un niveau plus élevé que le faîte de la maison. Sur ce terrain existe d'ailleurs une allée de grands chênes. L'orage venait de l'ouest; avant de se trouver dans la verticale de la maison, il était donc passé sur des arbres beaucoup plus élevés que les toits, et même que les cheminées. Tout cela demeura sans effet : les arbres restèrent intacts et la maison fut foudroyée (1)!

---

(1) Plus tard, on pourra expliquer théoriquement cette ano-

Des moyens à l'aide desquels on a prétendu préserver de la foudre DES VILLES ENTIÈRES, ET MÊME DE GRANDES ÉTENDUES DE PAYS.

Ctésias de Gnide, un des compagnons de *Xénophon*, raconte dans un passage qui nous a été conservé par *Photius*, qu'il avait reçu *deux épées*, l'une des mains de *Parisatis*, mère d'*Artaxercès*, l'autre des mains du roi lui-même. Puis il ajoute : « *Si on les plante* » *dans la terre, la pointe en haut,* ELLES ÉCARTENT » *les nuées, la grêle et les orages. Le roi*, poursuit- » il, *en fit l'expérience devant moi, à ses risques et* » *périls.* »

Ce passage, sans doute fort curieux, a-t-il réellement toute l'importance qu'on lui a accordée ? Il est aujourd'hui bien établi, je ne dirai pas qu'une courte épée, mais encore qu'une tige métallique élancée, pointue, placée sur le faîte d'un bâtiment, *n'écarte pas les nuées.* A cet égard, on ne peut douter que les Perses ne se fussent trompés ; à cet égard, au moins, leur opinion était évidemment dénuée de preuves ; ce point une fois reconnu, ne doit-on pas supposer que le médecin d'*Artaxercès* se rendait

---

malie d'une manière satisfaisante, en se rappelant que la colline couverte d'arbres, est un roc aride et sec surmonté de quelques pouces de terre seulement ; que la maison était presque entourée d'eau, qu'on l'avait armée de deux paratonnerres avec leurs accessoires, que plusieurs gouttières en métal allaient du faîte aux fondations.

aussi l'écho d'une conjecture hasardée, sans base solide, quand il dotait son épée d'une seconde propriété, celle d'écarter les orages? En tout cas, et ce ne serait pas la première fois que la vérité aurait souffert d'un fâcheux voisinage, faudrait-il s'étonner que l'expérience des deux lames d'épées fût passée inaperçue, lorsque dans le chapitre où elle est consignée, *Ctésias* fait mention, avec la même assurance, d'une fontaine de 16 coudées de circonférence, sur une *orgyie* de profondeur, qui s'emplissait tous les ans d'un *or liquide;* lorsqu'il ajoute que tous les ans aussi, on remplissait cent cruches de cet or. Ces cruches, dit-il encore, doivent être de terre, parce que l'*or venant à se durcir,* il est nécessaire de les briser pour l'en tirer!

Au siècle de Charlemagne, *on élevait de longues perches dans les champs, pour écarter la grêle et les orages.* Hâtons-nous d'ajouter, car sans cela les admirateurs fanatiques de l'antiquité trouveraient dans cette citation une preuve manifeste de l'ancienneté des paratonnerres de Franklin, hâtons-nous d'ajouter que les perches restaient inefficaces, à moins qu'elles ne fussent *surmontées de morceaux de papier.* Ces papiers ou parchemins étaient sans doute couverts de caractères magiques, puisque Charlemagne en proscrivant cet usage par un capitulaire de l'an 789 le qualifiait de superstitieux.

Effets des grands feux allumés en plein air.

Certaines expériences de physique dont l'analyse détaillée devra figurer dans une *Notice scientifique* qui pourra suivre celle-ci, ont conduit à supposer que de grands feux enlèveraient aux nuées la majeure partie de la matière fulminante qu'elles charrient. Ces feux deviendraient ainsi (telle est, par exemple, l'opinion *de Volta*) le meilleur moyen de prévenir les orages ou de les rendre peu redoutables. Voyons si l'observation est venue à l'appui de ces conjectures.

Je laisse entièrement de côté l'idée bizarre, que les sacrifices à ciel ouvert des anciens; que les flammes éclatantes des autels et les noires colonnes de fumée qui du corps des victimes s'élevaient dans les airs; que toutes les circonstances, enfin, des cérémonies destinées, suivant le vulgaire, à désarmer le bras fulminant de *Jupiter*, constituaient de simples expériences de physique dont les prêtres seuls possédaient le secret et qui n'avaient, au fond, d'autre but réel que l'affaiblissement ou même l'amortissement graduel et complet des orages. Ce que je vais rapporter est beaucoup moins fabuleux. Voici un fait que je dois à l'amitié de M. *Matteucci* :

Il existe près de *Césène*, en *Romagne*, une paroisse de cinq à six milles de circonférence, dans toute l'étendue de laquelle, d'après les conseils du curé, les paysans placent de cinquante pieds en cinquante

pieds, des tas de paille et de bois léger. Quand un orage approche, tous ces monceaux de paille sont allumés. Cette pratique est en usage depuis trois ans, et depuis trois ans la paroisse n'a pas eu à souffrir des orages, et depuis trois ans son territoire n'a pas été grêlé, et cependant il l'était jadis tous les ans, et cependant dans les trois dernières années le météore a ravagé les paroisses voisines.

Trois ans ne sont pas un espace de tems assez long pour qu'on puisse encore se prononcer définitivement sur la faculté préservatrice des grands feux. Au reste, l'expérience se continue et nous ne manquerons pas de tenir le public au courant des résultats qu'elle pourra fournir.

Lorsque je rappelais, dans l'*Éloge de Volta,* il y a aujourd'hui sept ans, les idées de cet illustre physicien sur le rôle avantageux que de grandes flammes pourraient jouer pendant les orages, « j'imaginais » qu'on obtiendrait à cet égard quelques notions en- » courageantes, si l'on comparait les observations » météorologiques des comtés de l'*Angleterre* que » tant de hauts-fourneaux et d'usines transforment » nuit et jour en océans de feu, à celles des comtés » agricoles environnants. »

La comparaison a été faite, ainsi qu'on a pu le voir page 399 et suivantes : les régions agricoles comptent sensiblement plus d'orages que les régions des mines et, cependant, je ne pense pas aujourd'hui que la question soit tranchée. Les hauts-fourneaux

abondent en *Angleterre* partout où il y a beaucoup de mines métalliques ; la rareté des orages dans ces localités, peut donc tout aussi bien être attribuée à *la nature du sol,* qu'à l'action des énormes feux que le traitement des minerais nécessite. En 1831, j'avais négligé une des faces de la difficulté.

Dans l'expérience qui se continue actuellement près de *Césène ;* dans celle du *Cornouailles* dont je viens de parler, il est question d'apprécier l'*effet simultané d'un grand nombre de feux.* Quant à un feu unique, pour considérable qu'il soit, nous pourrons prouver, je crois, que son action ne va seulement pas jusqu'à dépouiller de leur matière fulminante les nuages les plus rapprochés, ceux qui lui correspondent verticalement.

Qu'on se reporte au 1er juillet 1810, au bout de la rue du *Mont-Blanc* et à l'hôtel *Montesson* occupé par le *prince de Schwartzemberg.* C'étaient le jour et l'emplacement de la fête donnée par l'ambassade d'Autriche, à *Napoléon* et à *Marie-Louise.* Au milieu de la nuit une salle de bal immense fut incendiée. Les vastes colonnes de flamme dont les pompiers ne purent pas se rendre maîtres, n'empêchèrent pas qu'à la fin de la nuit il n'éclatât un épouvantable orage. Les éclairs se succédaient alors avec une rapidité effrayante et embrasaient le firmament ; le tonnerre grondait sans intermittences ; enfin, il tomba des torrents de pluie qui éteignirent les derniers tisons.

Du bruit du canon considéré comme moyen de dissiper les orages.

Les navigateurs paraissent assez généralement persuadés que le bruit de l'artillerie dissipe les nuées orageuses et même les nuées de toute espèce, mais ils citent peu de faits authentiques à l'appui de leur opinion. Ce que j'ai recueilli de plus net sur un sujet aussi digne d'étude se trouve, à la date de 1680, dans les *Mémoires du comte de Forbin*, publiés pour la première fois en 1729.

« Pendant le séjour que nous fîmes, dit cet intré-
» pide marin, sur ces côtes (les côtes voisines de
» *Carthagène des Indes*) il se formait journellement,
» sur les quatre heures du soir, des orages mêlés
» d'éclairs et qui, suivis de tonnerres épouvantables,
» faisaient toujours quelques ravages dans la ville
» où ils venaient se décharger. Le *comte d'Estrée*, à
» qui ces côtes n'étaient pas inconnues et qui, dans
» ses différents voyages d'Amérique, avait été ex-
» posé plus d'une fois à ces sortes d'ouragans, avait
» trouvé le secret de les dissiper *en tirant des coups*
» *de canon*. Il se servit de son remède ordinaire
» contre ceux-ci : de quoi les Espagnols s'étant aper-
» çus et ayant remarqué que dès la seconde ou la
» troisième décharge l'orage était entièrement dis-
» sipé, frappés de ce prodige et ne sachant à quoi

» l'attribuer, ils en témoignèrent une surprise mê-
» lée de frayeur, etc. »

Dans divers pays les agriculteurs, encouragés par l'opinion des hommes de guerre, ont maintenant recours au bruit du canon lorsqu'ils se croient menacés d'un orage et surtout d'un orage chargé de grêle. A quelle époque cette pratique est-elle née? Je ne saurais le dire avec exactitude; mais tout me porte à penser qu'elle n'est pas très ancienne. Dans la première Encyclopédie, dont la publication remonte à 1760, je lis à l'article *orage* de M. *de Jaucourt* : « Nous avons ouï dire plus d'une fois à nos militai-
» res, que le bruit du canon dissipe les orages et
» qu'on ne voit jamais la grêle dans les villes assié-
» gées.... Cet effet du canon ne me paraît pas hors
» de toute vraisemblance. Après tout, que risque-
» rait-on à faire un essai? quelque quintal de pou-
» dre, les frais du transport de quelques pièces de
» canon qui ne vaudraient pas moins après avoir
» été employées à cet usage. *Peut-être* qu'au moyen
» de cette espèce de mouvement d'ondulation qu'on
» exciterait dans l'air par l'explosion de plusieurs
» canons tirés les uns après les autres, on pourrait
» ébranler, diviser, dissiper les nuages qui com-
» mencent à fermenter. »

Il ressort avec évidence de tout ce passage, qu'en 1765 l'emploi des canons ou des *boîtes à feu* comme moyen de dissiper les orages, n'était pas passé dans la pratique, que les auteurs le recommandaient en-

core à titre d'important sujet d'expériences; mais à la date de 1769, on avait fait un pas de plus. Je trouve, en effet, dans le tome VIII de l'*Histoire de l'air et des météores*, qu'en mai 1769, *le comté de Chamb, en Bavière*, essuya de violents orages; que les campagnes furent ravagées, excepté, cependant, « celles dont les habitants *ont introduit* l'usage de » faire, aux premiers coups de tonnerre qui se font » entendre, des décharges multipliées de boîtes et » de petits canons. »

C'est vers la même année, 1769, que M. *le marquis de Chevriers*, ancien officier de marine, retiré dans sa terre de *Vaurenard* (*Mâconnais*), imagina de combattre le fléau de la grêle de la manière dont il avait vu en mer dissiper, à ce qu'il croyait, les nuées orageuses, c'est-à-dire à l'aide des explosions de l'artillerie. Il consommait annuellement pour ce seul objet, deux à trois cents livres de poudre de mine.

Le *marquis de Chevriers* mourut au commencement de la révolution; mais les habitants de sa commune, convaincus de la bonté du procédé qu'il avait mis en usage, continuèrent à l'employer. Je trouve dans un Mémoire rédigé sur les lieux par M. *Leschevin*, commissaire en chef des poudres et salpêtres, qu'en 1806, les boîtes ou les canons étaient en usage dans les communes de *Vaurenard*, d'*Iger*, d'*Azé*, de *Romanèche*, de *Julnat*, de *Torrins*, de *Pouilly*, de *Fleury*, de *Saint-Sorlin*, de *Viviers*, des *Bouteaux*, etc.

La commune de *Fleury* se servait d'un mortier qui recevait une livre de poudre à la fois ; d'autres employaient des boîtes plus ou moins larges ; c'est ordinairement sur les hauteurs que les décharges se fesaient. La consommation de poudre de mine était, pour ce seul objet, de 4 à 500 kilogrammes par an.

Le procédé du marquis de *Chevriers* n'est pas resté concentré dans le *Mâconnais*. Naguère un maire des environs de *Blois* m'apprenait que dans sa commune on tirait également des boîtes à l'approche des orages, et désirait savoir si la science avait légitimé cette coutume, ce qui, par parenthèse, ne semblait pas indiquer que l'usage en eût complétement démontré l'efficacité.

La méthode *mâconnaise* ou *bavaroise* de dissiper les orages, se fonde jusqu'ici sur une *opinion* des marins et sur l'*observation* unique recueillie dans les parages de *Carthagène des Indes ;* mais en matière de météorologie, l'expérience de quelques jours ne semble guère pouvoir servir de base à des conclusions générales. En cherchant dans ma mémoire si je ne découvrirais pas quelque fait qui vînt à l'appui de celui que *Forbin* rapporte, j'en ai trouvé un qui est précisément tout l'opposé, et, chose remarquable, c'est aussi un amiral du tems de Louis XIV, et ce sont encore les côtes orientales de l'Amérique qui s'y trouvent en jeu.

Transportons-nous par la pensée au mois de sep-

tembre 1711, et nous trouverons l'escadre de *Duguay-Trouin* en vue de *Rio-Janeiro*. Cette escadre composée des vaisseaux *le Lys, le Magnanime, le Brillant, l'Achille, le Glorieux, le Mars;* des frégates *l'Argonaute, l'Amazone, la Bellone, l'Aigle,* et de plusieurs navires de moindres dimensions, emploiera toute la journée du 12 à forcer l'entrée de la rade, défendue par la formidable artillerie d'un grand nombre de forts et par celle de quatre vaisseaux et de trois frégates. L'intervalle du 12 au 29 sera, de jour comme de nuit, un combat continuel de mousqueterie et d'artillerie. Des galiotes lanceront des bombes; les Portugais mettront le feu à plusieurs fourneaux de mines; ils feront *sauter plusieurs de leurs vaisseaux,* ils incendieront beaucoup de magasins, etc. Enfin, le 20, jour de la prise de la place, deux vaisseaux de *Duguay-Trouin, le Brillant* et *le Mars;* la batterie de l'île des *Chèvres* composée de cinq mortiers et de dix-huit pièces de 24, feront un feu continuel qui rasera une partie des retranchements de la ville; la nuit, le signal donné par le commandant, sera suivi d'un feu général des batteries et des vaisseaux, et cela n'*empêchera pas* qu'il n'éclate un orage accompagné, dit *Duguay-Trouin, des éclats redoublés d'un tonnerre affreux et d'éclairs qui se succéderont les uns aux autres sans laisser presque aucun intervalle.*

Voilà *une expérience* dans laquelle se trouvaient assurément réunies toutes les conditions désirables

de succès et, cependant, mille et mille détonations bien plus intenses que celles des petits canons, des petites boîtes du Mâconnais, *n'empêchèrent pas l'orage de naître* et, une fois formé, *ne le dissipèrent pas.*

Si *un seul fait*, celui que j'ai emprunté à *Forbin*, n'a pas semblé démontrer suffisamment que des détonations ont la propriété de dissiper les orages, on pourra bien ne point voir dans *le fait isolé* que, d'autre part, j'ai tiré des mémoires de *Duguay-Trouin*, la preuve de la thèse inverse. Sans aucun doute, celui qui aurait sous la main les annales détaillées des dernières guerres, y trouverait une multitude de documents propres à éclaircir la question que nous venons de débattre. J'en rapporterai deux qui me reviennent à la mémoire, dans l'espérance qu'ils provoqueront des citations analogues:

Le 25 août 1806, c'était le jour qu'on avait choisi pour l'attaque de l'île et de la forteresse de *Dannholm*, près de *Stralsund*, le général *Fririon*, afin d'occuper et de fatiguer la garnison suédoise, la fit canonner toute la journée. Malgré ces vives et continuelles décharges d'artillerie, un violent orage éclata sur les 9 heures du soir!

Par une rencontre singulière, *le Duke*, vaisseau anglais de 90, fut frappé de la foudre en 1793, *pendant qu'il se canonnait avec une batterie de la Martinique.*

Voici, enfin, le résultat d'un petit travail qui,

à défaut d'expériences plus directes, pourra ne pas paraître totalement dépourvu d'intérêt.

Il y a dans le bois de *Vincennes*, à près de deux lieues de l'*Observatoire de Paris*, un polygone où l'artillerie s'exerce pendant certains mois de l'année. Ce polygone est armé de 8 pièces de siége tirant de plein fouet; de 4 pièces de siége tirant à ricochet; de 6 mortiers, et enfin d'une batterie mobile de 6 pièces. Les écoles ont lieu, certains jours de la semaine, de 7 à 10 heures du matin. Le nombre de coups qu'on tire chaque jour, est d'environ 150. Comme leur retentissement est encore très fort à l'Observatoire, il m'a semblé que s'il exerce sur l'atmosphère l'influence à laquelle croient tant de personnes, le ciel doit être *plus rarement couvert* les jours d'école, les jours de tir, que les autres jours de la semaine. Telle est l'idée que j'ai soumise à une discussion minutieuse.

M. le général *Duchan*, commandant de l'école de *Vincennes*, a bien voulu, à ma prière, faire dresser le relevé des jours où il y a eu tir de l'artillerie, depuis 1816 jusqu'en 1835. Le nombre total de ces jours s'est trouvé de 662!

Les registres météorologiques de l'Observatoire m'ont donné pour chacun des 662 jours d'école, l'état du ciel à 9^h du matin. Dans ces 662 jours, il s'en est rencontré 158 pendant lesquels le ciel, à 9^h, était entièrement couvert. *Sans le tir du canon, ce nombre aurait-il été plus considérable?*

Il m'a semblé que je mettrais la solution du problème à l'abri de toute contestation, en faisant pour chaque veille de jour d'école et pour chaque lendemain, le recensement météorologique dont je viens de parler, et en prenant la moyenne des deux nombres pour l'état normal météorologique des jours d'école, je veux dire pour cet état dégagé de toute influence possible du bruit de l'artillerie. Les résultats ont été :

Parmi les 662 *veilles de jours d'école,* 128 jours couverts ;

Parmi les 662 *jours d'école,* 158 jours couverts ;

Parmi les 662 *lendemains des jours d'école,* 146 jours couverts.

La moyenne de 146 et de 128 ou 137 est tellement inférieure à 158, qu'on serait tenté d'en conclure qu'au lieu de dissiper et de chasser les nuages, le bruit de l'artillerie les condense et les retient ; mais je sais très bien que les nombres sur lesquels j'ai opéré, ne sont pas assez forts pour permettre d'aller jusque là. Je me bornerai seulement à dire que relativement aux nuages communs, la détonation des plus forts canons paraît être sans influence.

Voilà donc encore un problème qui exigera de nouvelles recherches. Je prendrai la liberté de les recommander à MM. les généraux commandants de nos écoles d'artillerie. Des observations sur l'état du ciel recueillies dans le polygone même pendant

le tir, auront un grand prix. Celles qui seraient faites à une ou deux lieues de distance, ne contenteraient pas des esprits difficiles : on pourrait craindre qu'à la station météorologique, l'atmosphère ne devînt exceptionnellement couverte par suite du refoulement des nuages qui sans le tir se maintiendraient au zénith du polygone. En tous cas, il sera indispensable de joindre aux observations de chaque jour d'école, les observations de la veille et celles du lendemain, faites bien exactement, toutes trois, aux mêmes heures. Si l'on se contentait de noter les variations de tems pendant la durée du tir, on courrait évidemment le risque d'attribuer aux détonations de l'artillerie, le changement dans l'état du ciel qui presque tous les matins se manifeste à mesure que le soleil s'élève sur l'horizon (1).

Est-il utile ou dangereux de sonner les cloches en tems d'orage?

Je vais examiner cette importante question, sans me préoccuper des décisions tranchantes de divers corps savants, administratifs ou judiciaires (2),

---

(1) Dans les 662 jours d'école de *Vincennes,* on a compté en jours parfaitement sereins,

Les veilles des écoles,	83
Les jours d'école,	84
Les lendemains,	80

(2) En 1747, l'Académie des Sciences elle-même regardai

mais, aussi, sans aucune disposition à penser que les croyances généralement répandues, ne sauraient manquer d'être appuyées sur des bases solides.

Il n'y a qu'un pas de l'opinion que nous venons de discuter et suivant laquelle le bruit de l'artillerie déchirerait les nuages, les morcellerait, les détruirait et transformerait rapidement le ciel le plus nuageux en un ciel d'azur, à la supposition que le même effet doit résulter du retentissement prolongé d'une grosse cloche. Mais, est-ce bien par cet ordre d'idées qu'on a été conduit à mettre les cloches en branle avec l'espérance de dissiper ainsi les orages ? J'oserais d'autant moins l'affirmer, que quelque érudit découvrira, peut-être, que l'usage de sonner les cloches est antérieur à l'invention de la poudre. On sera plus dans le vrai, je pense, si l'on cherche l'origine de cette singulière pratique dans des considérations religieuses.

Les cloches sont toujours bénies en grande pompe

» comme dangereux « de sonner les cloches ou d'exciter quel-
» que autre violente commotion dans l'air, lorsqu'on a un orage
» au-dessus de soi. »

(*Histoire de l'Académie*, 1747, p. 52.)

Un arrêt du Parlement en date du 21 mai 1784, homologua une ordonnance du *bailliage* de *Langres* qui défendait expressément de sonner les cloches quand il tonne. Deux ans auparavant semblable défense avait été faite dans le *Palatinat*, par l'électeur *Charles-Théodore*. On pourrait aussi citer des mandements en vertu desquels la même pratique était proscrite dans l'étendue de plusieurs diocèses.

quand on les met en place. Voici un extrait des oraisons dont, suivant le rituel de Paris, les églises retentissent dans ces cérémonies :

« Bénissez, ô mon Dieu, etc.....
» et que toutes les fois qu'elle sonnera elle chasse
» au loin les malignes influences des esprits tenta-
» teurs, l'obscurité de leurs apparitions, l'arrivée
» des tourbillons, *les coups des foudres, les domma-*
» *ges des tonnerres, les calamités des ouragans et tous*
» *les esprits des tempêtes*, etc.....

» O Dieu, qui par le bienheureux Moïse, etc....
» puissent ainsi être repoussées au loin les embû-
» ches de notre ennemi, *le fracas de la grêle, la*
» *tempête des tourbillons de vent et la furie des oura-*
» *gans; que les tonnerres désastreux perdent de leur*
» *violence*, etc.....

» O Dieu tout-puissant et éternel, etc.....
» Faites que le son de cette cloche mette en fuite
» les traits de feu de l'ennemi des hommes, *les*
» *coups de la foudre, la chute rapide des pierres, les*
» *désastres des tempêtes*, etc..... »

La cause, toute religieuse, que nous venons d'assigner à la coutume de sonner les cloches en tems d'orage, n'est peut-être pas la seule qu'on puisse citer; n'en aurai-je pas signalé une seconde, non moins puissante, en rappelant combien les hommes ont toujours éprouvé le besoin de s'étourdir *par le bruit* quand ils avaient peur ? Voyez le poltron dans l'obscurité : il chante; voyez une ville en proie à la

guerre civile, on y sonne le tocsin bien plus longtems que cela eût été nécessaire comme signal, comme avertissement? Les peuples sauvages, dans toutes les régions du globe, poussent aussi des clameurs assourdissantes pour faire cesser l'éclipse de soleil ou de lune qui les effraie (1).

J'emprunterai ce qu'on peut dire de plus spécieux, en point de fait, sur le danger qu'il y aurait à sonner les cloches pendant les orages, à un ancien volume des *Mémoires de l'Académie des Sciences.*

Durant la nuit du 14 au 15 avril 1718, dans l'espace compris entre *Landerneau* et *St.-Pol de Léon*,

---

(1) Il faut avouer qu'en prenant ainsi le bruit comme une sorte de panacée, on est arrivé à une découverte singulière que je consignerai ici sans aucun scrupule malgré son peu de liaison avec la question du tonnerre; il suffira pour qu'on m'excuse que cette découverte puisse être utile.

Thomas Gage rapporte dans ses Voyages, que les populations américaines avaient recours à de grands bruits pour écarter un fléau moins redoutable en apparence que la foudre, mais en fait beaucoup plus destructeur.

Vers le milieu du siècle dernier, *Gage* se trouvait à *Mixco*, audience de *Guatimala*, lorsque une épaisse nuée de sauterelles fondit sur ce canton et le menaça d'une ruine complète. Au lieu d'employer contre ces insectes les moyens compliqués et assez peu efficaces auxquels on a quelquefois recours dans le midi de la France, les magistrats firent prendre aux habitants, des tambours, des trompettes, des cors, etc.; la population tout entière s'avança ensuite vers le territoire envahi, en faisant retentir l'air du bruit de ces divers instruments. Le bruit suffit pour

en Bretagne, le tonnerre tomba sur 24 églises, *et précisément*, dit Fontenelle, *sur celles où l'on sonnait pour l'écarter*. M. Deslandes qui transmit ces détails à l'Académie, ajoutait : *des églises voisines où l'on ne sonnait pas furent épargnées.*

L'observation a été rapportée d'une manière trop laconique. Les orages ravagent quelquefois de longues zones de terrain *très étroites;* n'en fut-il pas ainsi en Bretagne? Les églises épargnées ne se trouvèrent-elles pas en dehors de la direction parcourue

---

chasser les sauterelles. On les poussa ainsi jusqu'à la mer du Sud, où elles trouvèrent leur tombeau!

Ce moyen de chasser les sauterelles est également employé en *Valachie*, en *Moldavie*, en *Transylvanie* (*Transactions philos.*, p. 1749). Il y a très peu d'années des milliards de ces insectes ayant envahi la Bessarabie, le gouverneur militaire de la province mit en réquisition un grand nombre de paysans et de soldats ; il les munit d'ustensiles de cuivre, de tambours, de trompettes, de porte-voix, etc., et les lança à la poursuite de l'animal dévastateur. Le gouverneur avait eu l'idée bizarre de donner le commandement de l'expédition au célèbre poète et fabuliste russe *Pouschkin*, alors exilé à *Kicheneff;* le poète déclina cet honneur : il voulait bien faire parler les bêtes, mais non pas les tuer!

Ces effets, sur les sauterelles, d'un bruit très intense, en les supposant bien constatés, auraient infiniment plus de prix que celui dont les historiens des croisades ont voulu conserver le souvenir lorsqu'ils racontent qu'au siége de *Ptolémaïde* (*Saint-Jean-d'Acre*) l'armée des chrétiens faisait tomber de très haut, *par ses clameurs*, les pigeons messagers qui, suivant la coutume orientale, portaient des avis aux troupes musulmanes assiégées.

par les nuées orageuses? Dans les clochers où l'on sonnait, la mort ou les graves blessures des sonneurs constatèrent sans aucune équivoque la chute du météore; ailleurs, tout le dégât s'étant peut-être réduit à de légères lézardes dans les murs, ou à la chute de quelques plâtras, faudrait-il s'étonner qu'il n'eût point été remarqué? Quelles étaient, au surplus, les hauteurs comparatives des clochers foudroyés et des clochers non foudroyés? etc., etc.

En présence de toutes ces incertitudes, l'observation de M. Deslandes n'a pas, on doit en convenir, le caractère d'une véritable démonstration; la science ne peut guère enregistrer la conséquence qu'on en a déduite, qu'à titre de simple probabilité (1).

On argumenta beaucoup, en août 1769, contre l'usage de mettre les cloches en branle quand le tonnerre gronde, de la chute de la foudre sur le clocher de *Passy* où l'on n'avait pas cessé de sonner; mais, toute vérification faite, il fut reconnu que pendant la longue durée de l'orage on ne sonnait pas avec moins d'ardeur à *Auteuil* et à *Chaillot*, et cependant

---

(1) Les nombreux et graves désastres du 15 avril 1718, ne firent aucun tort à la réputation des cloches dans l'esprit du peuple bas-breton : le 15 avril 1718 était le vendredi saint; ce jour-là es cloches doivent rester muettes; fallait-il donc s'étonner, se dit-on, que ceux qui en les mettant en branle avaient enfreint un des préceptes de l'église en eussent été punis?

les clochers de ces deux communes, entre lesquels se trouvait compris le clocher foudroyé de *Passy*, n'éprouvèrent aucun dommage (1).

---

(1) En 1781, l'abbé *Needham*, de *Bruxelles*, crut avoir prouvé par des expériences de cabinet, que la sonnerie des cloches est absolument sans résultat, qu'elle ne fait ni bien ni mal. La discussion détaillée de ce travail trouvera naturellement sa place dans une *seconde Notice* où j'examinerai toutes les analogies de la foudre et de l'électricité. Aujourd'hui j'en dirai seulement quelques mots par anticipation, afin que le lecteur ait du moins aperçu le problème sous toutes ses faces.

M. *Needham* fit construire un simulacre de clocher en bois, de 3 pieds de haut, dans lequel il suspendit une cloche de 5 $\frac{1}{2}$ pouces de diamètre, susceptible d'être mise en branle à l'aide d'une manivelle. Au sommet du clocher existait une boule métallique dont la communication avec le sol, ou, comme on dit dans les traités de physique, avec le *réservoir commun*, était convenablement établie. Cette boule fut placée en face de la boule toute semblable du conducteur d'une batterie électrique chargée à saturation. Quand la cloche ne sonnait pas, la distance explosive, la distance à laquelle l'étincelle s'élançait de la boule du conducteur sur la boule du clocher était de $\frac{1}{4}$ de pouce. Eh bien! les deux boules ayant été placées à $\frac{1}{2}$ pouce, aucune étincelle, aucun écoulement de matière électrique ne parut avoir lieu entre elles, *quoiqu'on sonnât la cloche fortement et rapidement.*

« Je regarde cette expérience comme décisive » dit l'abbé *Needham*. Voyons, cependant, si quelques doutes ne seraient pas permis :

M. Needham ayant successivement opéré quand les deux

En résumé :

Dans l'état actuel de la science, il n'est pas *prouvé* que le son des cloches rende les coups de tonnerre plus imminents, plus dangereux; il n'est pas *prouvé* qu'un grand bruit ait jamais fait tomber la foudre sur des bâtiments que, sans cela, elle n'aurait point frappés.

Toutefois, il faut recommander fortement de ne pas mettre les cloches en branle, dans l'intérêt des sonneurs. Le danger qu'ils courent, est, proportion gardée, celui des imprudents qui, en tems d'orage, se réfugient sous de grands ar-

---

boules se trouvaient à $\frac{1}{4}$ et à $\frac{1}{2}$ pouce l'une de l'autre, était parfaitement en droit de conclure de ses résultats que le son de la cloche n'augmentait pas considérablement la facilité des décharges électriques, qu'il ne rendait point la distance explosive *double;* mais pour être autorisé à affirmer que le bruit n'avait absolument aucun effet, il aurait fallu, je crois, passer de la distance $\frac{1}{4}$ à la distance $\frac{1}{2}$, non brusquement, comme le fit l'observateur de Bruxelles, mais par des nuances insensibles.

Les petites masses électrisées, les deux boules de cuivre que M. Needham mettait en présence, étaient l'une et l'autre *des corps solides*. Dans l'atmosphère, au contraire, nous voyons des nuages flottants que les vibrations de l'air pourraient assez modifier dans leur forme pour faire changer sensiblement la tension électrique de la face tournée vers la terre. L'expérience de M. Needham, dans son application possible aux sonneries en tems d'orage, aurait eu un grand prix si elle avait donné un résultat positif : avec une réponse négative elle me paraît être à peu près sans valeur météorologique.

bres. La foudre frappe les objets élevés, et surtout les sommets des clochers ; la corde de chanvre attachée à la cloche et ordinairement imbibée d'humidité, conduit la décharge jusqu'à la main du sonneur; de là, tant d'accidents déplorables (1). Remarquons que si la corde, sèche ou humide, ne touchait pas à terre, comme c'est ordinairement le cas, la matière fulminante après être parvenue à l'anneau de son extrémité inférieure, pourrait bien en très grande partie revenir sur ses pas, remonter au sommet du clocher et se dissiper dans l'espace. D'après cette vue il ne serait point permis de conclure de l'absence de tout dégât à l'intérieur d'un clocher, qu'un sonneur n'y aurait pas été tué.

DES PARATONNERRES MODERNES.

Après avoir passé en revue la longue série de moyens à l'aide desquels les hommes ont successivement espéré pouvoir se garantir de la foudre, nous allons nous occuper des paratonnerres de notre

---

(1) Je joindrai encore le récit d'un de ces accidents à ceux qu'on a trouvés à la page 480, car de pareilles citations sont le meilleur moyen de guérir les sonneurs de cloches de leur dangereuse manie :

Le 31 mars 1768, la foudre étant tombée sur le clocher *de Chabeuil*, près de *Valence* en *Dauphiné*, y tua *deux* des jeunes gens qui s'y trouvaient réunis pour sonner les cloches, et en blessa grièvement *neuf*.

époque, de ceux que *Franklin* a imaginés et dont l'efficacité, quoi qu'on en ait pu dire, ne semble pas douteuse. Cette efficacité, au surplus, nous essaierons de la constater par le raisonnement et par le fait, sans rien emprunter, en ce moment du moins, aux théories modernes de l'électricité.

Toutes choses égales la foudre, en général, se dirige de préférence sur les parties les plus élevées des édifices. Ainsi, c'est dans ces parties que les moyens préservatifs quels qu'ils soient, doivent être établis.

Toutes choses égales, la foudre se porte de préférence sur les métaux. Lorsqu'une masse de métal occupera le point culminant d'une maison, on sera donc à peu près certain que la foudre, si elle tombe, ira la frapper.

La foudre qui a pénétré dans une masse métallique, ne produit de dégâts qu'au moment de sa sortie et aux environs des points par lesquels cette sortie s'opère. Une maison sera donc garantie, du faîte aux fondations, si les pièces métalliques du toit se prolongent *sans solution de continuité* jusqu'à terre.

La terre *humide* offre à la matière fulminante dont une barre métallique s'est imprégnée, un écoulement facile, un écoulement qui s'opère sans effort, sans détonation, sans dégât d'aucune sorte, lorsque cette barre plonge un peu profondément dans la terre. En enfonçant jusqu'au *sol toujours humide*,

la barre continue qui avait déjà préservé de tout dégât la portion extérieure d'un édifice, on préservera de même les fondations ou, en général, l'ensemble des parties souterraines de la bâtisse.

Quand il y a sur le toit, sur le faîte d'un édifice *plusieurs* masses métalliques distinctes, complétement séparées les unes des autres, il est difficile et même impossible de dire laquelle de ces masses sera foudroyée de préférence, car le point de départ des nuées orageuses, le sens et la vitesse de leur propagation, ne doivent pas, à beaucoup près, être sans influence. Le seul moyen de sortir d'embarras est d'unir toutes ces masses entre elles par des tringles de fer, de cuivre, ou par des bandes de plomb, de zinc, etc., de manière qu'on ne puisse dire d'aucune d'elles qu'elle ne communique point *métalliquement,* si l'expression m'est permise, avec la barre destinée à transmettre la foudre au sol humide, et qui descend le long d'un des murs verticaux de l'édifice.

Nous voilà arrivés, par la seule observation, sans rien emprunter à la théorie, à un moyen simple, uniforme et rationnel de garantir les bâtiments, grands et petits, des effets de la foudre. Chacun doit comprendre maintenant, le mode d'action, l'office de la barre qui descend jusqu'à terre et s'y enfonce plus ou moins profondément; chacun comprend pourquoi cette barre a pris le nom de CONDUCTEUR.

Sans quitter ce même sujet, nous allons revenir un moment sur nos pas, mais seulement pour examiner des questions de quantité et de forme.

A quelles distances, *des plaques de métal* distribuées sur le toit d'une maison, doivent-elles être les unes des autres, pour qu'il y ait certitude qu'aucun point intermédiaire ne sera directement foudroyé? Cette question ne saurait recevoir une solution absolue. Il est clair, en effet, que plus ce métal aura de masse ou de surface, et plus sa sphère d'action sera étendue et intense. On peut affirmer, seulement, que si on établit les communications voulues, entre les lames de plomb, de zinc, etc., qui dans les bâtiments construits avec quelque soin recouvrent presque toujours les arêtiers; entre les tuyaux métalliques des cheminées; entre les mains courantes et les crampons destinés aux couvreurs; entre les gouttières et les tuyaux de décharge des eaux; que si l'ensemble de ces pièces se lie, en outre, avec un *conducteur convenable*, on aura fait tout ce que la prudence la plus timide pouvait commander pour se garantir de la foudre.

Par *conducteur convenable*, j'entends, d'une part, celui qui s'enfonce dans le sol jusqu'au terrain humide, et de l'autre un conducteur assez massif pour transmettre les plus violents coups de foudre sans se fondre.

Les adversaires des paratonnerres ont beaucoup

argumenté, contre ces appareils, de l'ignorance où l'on est, de l'ignorance où l'on restera peut-être long-temps encore, touchant le maximum d'effet qu'un coup de foudre puisse produire, touchant, dès-lors, le maximum de dimension qu'il faille donner aux conducteurs. La difficulté, quoique réelle, n'a vraiment rien de sérieux. Si la dimension des conducteurs est empruntée à l'expérience, si celle qu'on adopte a résisté aux plus violents coups de foudre que les hommes aient enregistrés *depuis trois ou quatre siècles*, que peut-on raisonnablement exiger de plus? De quoi s'inquiète l'ingénieur quand il arrête la hauteur et la largeur des arches d'un pont, de la voûte d'un aqueduc, de la section d'un égoût, etc.? Il compulse les archives de la science, il se tient quelque peu en-dessus des dimensions qui lui sont dictées par les plus fortes crues, par les plus abondantes pluies qu'on ait jamais observées; il remonte ainsi la chaîne des tems le plus loin que faire se peut, mais sans se préoccuper des bouleversements, des révolutions physiques, des cataclysmes, antérieurs aux époques historiques, dont les seuls géologues sont parvenus à saisir les traces et à mesurer l'importance. Le constructeur de paratonnerres ne saurait être tenu à plus d'attentions, à plus de prévoyance.

Les paratonnerres actuels ne se composent pas seulement de *conducteurs* en communication immé-

diate avec des masses métalliques qui, dans tout état de choses, auraient formé une partie intégrante des édifices, qui seraient nécessairement entrées dans leur construction. Les masses métalliques préservatrices auxquelles le conducteur aboutit, *sont des tiges élancées,* placées *ad hoc* sur le faîte des bâtiments ; on les termine même ordinairement par des pointes inoxidables et très effilées. De grands avantages résultent de ces dispositions, de ces formes particulières. Cherchons à les mettre en évidence.

Supposons que le *conducteur* d'un de ces paratonnerres formés, comme nous venons de le dire, de tiges métalliques élancées et pointues, soit brisé, en un point de son trajet, et que l'intervalle compris entre les deux bouts de métal en présence, puisse être à volonté étendu et resserré. En tems d'orage, cette lacune, *cette solution de continuité du métal* devient le siége de curieux phénomènes.

Donnez à la lacune une amplitude de deux à trois millimètres seulement, et pendant tout le tems que le tonnerre grondera au-dessus de votre tête, vous la verrez remplie d'une lumière légèrement sifflante. Quand les deux bouts du conducteur en présence seront écartés de plusieurs centimètres, la lumière n'ira plus du bout supérieur au bout inférieur que par intermittences : des jets instantanés remplaceront la flamme continue, mais, en revanche, au lieu des légers sifflements de tout-à-l'heure

vous entendrez des détonations bruyantes comme des coups de pistolet (1).

En quoi consiste la matière qui s'élance ainsi de l'extrémité supérieure de la lacune du conducteur, sur l'extrémité opposée ?

La matière fulminante s'écoule quelquefois sans détonation ; elle engendre des lumières continues (*Castor et Pollux*) dont l'apparition est seulement accompagnée d'un léger sifflement ;

Il en est exactement de même de la matière dont l'écoulement se fait à travers la lacune du conducteur.

Supposons une émission subite de lumière, et il y aura détonation dans la lacune du conducteur, tout comme quand le tonnerre éclate au milieu des nuages.

La matière de la foudre fond les métaux ;

---

(1) Si des expériences *ad hoc* n'avaient pas depuis long-temps constaté la réalité de ces phénomènes, le hasard les aurait aussi fait découvrir. Dernièrement, le capitaine *Winn*, commandant d'une frégate anglaise, remarqua, au moment d'un orage, qu'il y avait, par accident, dans le conducteur de son paratonnerre une solution de continuité d'environ un pouce ; tant que l'orage dura, c'est-à-dire pendant 2 h. $\frac{1}{2}$, l'intervalle en question resta couvert d'étincelles vives et presque continuelles.

Déjà les traités de météorologie faisaient anciennement mention d'un vaisseau anglais dont le conducteur était aussi interrompu et sur lequel l'équipage, pendant trois heures consécutives, vit avec effroi un jet de flamme remplir tout l'espace où le métal manquait.

La matière qui traverse le conducteur, liquéfie également les fils déliés qui se trouvent sur son passage.

L'étincelle émanant du conducteur, transforme un mélange d'oxigène et d'azote en acide nitrique;

Nous avons vu que la foudre engendre aussi cet acide en traversant l'atmosphère.

Un coup de foudre donne des pôles aux barreaux d'acier; il renforce, détruit ou renverse souvent les pôles dont ces barreaux avaient été antérieurement doués par les procédés ordinaires de l'aimantation;

Tout cela s'exécute à volonté, à l'aide des étincelles intermittentes du conducteur; les changements d'effet (renforcement ou renversement) dépendent exclusivement de la situation de l'aiguille par rapport à l'étincelle.

Les coups fulminants tuent les hommes et les animaux;

Quand les deux bouts du conducteur sont très éloignés; quand l'étincelle doit être très longue et que dans sa course elle se dévie, malheur à l'homme qu'elle va frapper; malheur surtout, lorsque la partie inférieure du conducteur est supprimée, à ceux qui par leur position peuvent la remplacer et en faire l'office (1).

Tant de points de ressemblance ne permettent

---

(1) Il ne sera pas hors de propos de placer ici une description

guère de douter que la matière lumineuse, sifflante, détonante, de la lacune du conducteur ; que la matière capable d'opérer des fusions, d'engendrer des

---

succincte, du conducteur interrompu à côté duquel le célebre physicien *Richmann* fut tué à *Pétersbourg*, le 6 août 1753.

Qu'on imagine une bouteille de verre ordinaire dont le fond sera percé, et à travers laquelle passera une *tringle en fer* maintenue par des bouchons en liége.

Qu'on adapte verticalement cette bouteille à un trou pratiqué sur le toit d'une maison, de manière que l'extrémité supérieure de la tringle dépasse d'un mètre et demi la surface du toit, et que l'extrémité opposée soit comme suspendue au milieu de l'appartement situé sous le toit.

A cette extrémité inférieure sera attachée une chaîne métallique.

Cette chaîne se prolongera jusqu'à l'étage où est situé le *cabinet* du physicien, non pas en ligne droite, mais en fesant plusieurs détours commandés par les localités. Nulle part, dans sa course, la chaîne ne touchera les murs ou la bâtisse. Partout où besoin sera, elle s'en trouvera séparée par des plaques de verre ou par des couches épaisses de cire d'Espagne.

Dans le cabinet, la chaîne descendra verticalement du milieu du plafond, à travers une ouverture à parois vitreuses.

L'ensemble de ces dispositions et surtout l'emploi des matières isolantes, devait avoir et avait en effet pour résultat, de concentrer la matière fulminante dans l'appareil, d'empêcher qu'elle s'échappât autrement que par le conducteur dont *Richmann* fesait usage et que de tems à autre il approchait de l'extrémité de la chaîne pendante afin d'en tirer des étincelles.

Eh bien! le 6 août 1753, pendant que le savant professeur disposait ses moyens d'observations, une langue de feu bleuâtre se détacha du bout de la chaîne, produisit une détonation

combinaisons chimiques, d'aimanter et de désaimanter des aiguilles d'acier, de tuer des hommes et des animaux, ne soit autre chose que de la matière fulminante enlevée aux nuages orageux par l'intermédiaire de l'appareil ; les paratonnerres, tels qu'on les construit aujourd'hui, ont donc, outre la propriété que nous leur avons déjà reconnue,

Celle de dépouiller peu à peu les nuées orageuses de la matière fulminante dont elles sont chargées, de la conduire silencieusement, par l'intermédiaire du conducteur, dans les entrailles de la terre.

Supposons que la matière fulminante accumulée dans les nuages, ne soit pas susceptible d'une régénération subite, et il en résultera que les paratonnerres doivent diminuer l'intensité des orages, le nombre, la force et la gravité des coups foudroyants.

Je vais au-devant d'une difficulté que pourraient faire ceux qui n'ont pas de notions suffisantes de la physique moderne. Nous nous sommes servi de conducteurs en certains points desquels il y avait des solutions de continuité ; est-il démontré que des conducteurs continus ont aussi le privilége de s'impré-

---

semblable à celle d'un coup de pistolet et alla droit à la figure de *Richmann*, en parcourant une distance de 3 décimètres au plus. *Richmann tomba raide mort sur le coup.* Le graveur *Sokolow* qui se trouvait à côté de lui tomba aussi, mais il revint à la vie après un évanouissement de quelques instants.

gner de la matière fulminante des nuages et de la transmettre au sol?

L'affirmative n'est pas douteuse, mais ici nous ne pouvons pas recourir à des preuves empruntées au sens de la vue et de l'audition, puisque tout se passe sans développement de lumière et en silence. Veut-on, cependant, s'assurer qu'en tems d'orage le conducteur continu transmet quelque chose? qu'on en approche transversalement une aiguille, et elle s'aimantera tout comme elle le fesait sous l'action des étincelles remplissant la lacune. On n'a qu'à diminuer suffisamment sa masse, *sans cependant le briser en aucun point*, et une auréole de lumière sifflante l'entourera quelquefois dans toute sa longueur. Quand l'orage est très fort, cette lumière apparaît, sans même que la masse habituelle du conducteur ait besoin d'être amoindrie; ainsi:

Munie des nouveaux paratonnerres de M. *Harris*, dans lesquels le conducteur ordinaire des navires est remplacé par un poids égal de cylindres de cuivre mince qui enveloppent exactement les mâts et font corps avec eux, la frégate anglaise *Dryad* se trouva plusieurs fois exposée sur la côte d'*Afrique*, aux violents orages que les navigateurs appellent *tornados*. La matière fulminante descendait alors le long de ces tuyaux de cuivre continus en telle quantité, qu'elle donnait naissance à une sorte d'atmosphère lumineuse et à un bruit semblable à celui de l'eau qui bout très fortement.

Parvenus à ce point, nous pourrons étudier l'influence de l'isolement, de la hauteur et de la forme de la tige de fer supérieure, ou du paratonnerre proprement dit. La mesure de cette influence sera *le nombre d'étincelles qui traverseront une lacune donnée du conducteur, dans des circonstances atmosphériques données et dans un tems également donné.*

Le nombre de ces étincelles s'accroît rapidement quand la hauteur de la tige augmente ; il diminue, au contraire, très vite, lorsqu'à égalité de hauteur la tige est entourée et à plus forte raison dominée par des objets peu éloignés ; il ne peut donc pas y avoir le moindre doute sur la convenance d'employer des paratonnerres très hauts et de les placer sur des points culminants des édifices : c'est ainsi qu'on donne tout le développement possible à la faculté dont ces appareils jouissent d'*atténuer l'intensité des orages.*

L'influence des formes semblait plus difficile à constater. Les uns voulaient que la tige se terminât en boule ; d'autres, d'après *Franklin,* préconisaient les pointes très aiguës ; une expérience que, par parenthèse je ne vois citée nulle part, éclaircira la question.

En 1753, *Beccaria* établit sur le toit de *San-Gioanni-di-Dio*, *à Turin*, une barre de fer qui était maintenue vers le bas, par des arcs-boutants formés de ces substances particulières qui transmettent dit-

ficilement la foudre. *A une petite distance* de l'extrémité inférieure de cette barre de fer, commençait le conducteur. La partie la plus élevée de la barre portait une pointe métallique rotative qu'on pouvait, à volonté, tourner vers le ciel ou du côté de la terre, en tirant seulement un cordon de soie.

La pointe étant renversée, l'appareil ne donnait pas d'étincelles.

On dirigeait subitement la pointe vers le ciel, peu d'instants après les étincelles paraissaient.

On tournait de nouveau la pointe vers la terre, plus d'étincelles.

Dans certaines circonstances atmosphériques, l'appareil donnait des étincelles quelle que fût la position de la pointe; mais alors même, on voyait facilement que ces étincelles étaient plus fortes et plus fréquentes, la pointe en haut que la pointe en bas.

Cette expérience (il serait bien utile de la répéter) montre, sans équivoque, combien une tige pointue a plus d'action qu'une tige obtuse pour enlever graduellement aux nuées orageuses la matière fulminante dont elles sont chargées. Elle semble devoir trancher définitivement, en faveur des paratonnerres en pointe, le procès qui, vers le milieu du dernier siècle, eut tant de retentissement et auquel, en haine de *Franklin*, le roi d'Angleterre lui-même prit une part active.

Ici viendra encore se placer une question de quan-

tité. La matière fulminante que les *paratonnerres en pointe* soutirent aux nuées est-elle considérable? Peut-il résulter de cette action un affaiblissement sensible des orages? Là où il y aura beaucoup de paratonnerres, les coups de foudre seront-ils moins à redouter? Des expériences de *Beccaria* m'ont fourni les éléments nécessaires pour éclaircir, je crois, tous ces doutes.

Cet habile physicien avait dressé à Turin, sur deux points du palais de *Valentino* fort éloignés l'un de l'autre, deux gros fils métalliques rigides, maintenus en place à l'aide de corps de certaines natures que les physiciens appellent *corps isolants.* Chacun de ces fils était peu éloigné d'un autre fil métallique; mais celui-ci au lieu d'être isolé, descendait le long du mur du bâtiment, jusqu'au sol où il s'enfonçait assez profondément. Le premier fil, comme on voit, était le paratonnerre; le second, le conducteur. Eh bien! en tems d'orage, de vives étincelles, je pourrais dire des *éclairs de la première espèce*, jaillissaient sans cesse entre les fils isolés supérieurs et les fils inférieurs non isolés. L'œil et l'oreille suffisaient à peine à saisir les intermittences : l'œil n'apercevait aucune interruption dans la lumière; l'oreille entendait un bruit à peu près continu.

Aucun physicien ne me démentira, quand je dirai que chaque étincelle prise isolément eût été douloureuse; que la réunion de dix aurait suffi pour en-

gourdir le bras; que cent eussent peut-être constitué un coup foudroyant. Cent étincelles se manifestaient en moins de dix secondes; ainsi chaque dix secondes, il passait d'un fil au fil correspondant, une quantité de matière fulminante capable de tuer un homme; en une minute six fois autant; en une heure soixante fois plus qu'en une minute. *Par heure,* chaque tige métallique du palais de *Valentino,* arrachait donc aux nuées, en tems d'orage, une quantité de matière fulminante capable de tuer 360 hommes. Il y avait deux de ces tiges: le chiffre 360 doit donc être doublé; nous voilà déjà au nombre 720. Mais le *Valentino* se composait de sept toits pyramidaux, recouverts de feuilles de métal communiquant avec des gouttières également métalliques qui s'enfonçaient dans la terre. Les sommets de ces pyramides étaient pointus; ils s'élevaient plus dans les airs que les extrémités des deux tiges sur lesquelles *Beccaria* opérait. Tout autorise donc à supposer que chaque pyramide soutirait aux nuages, autant de matière, au moins, que les minces tiges en question. *Sept,* multiplié par 360, donnent 2520; à quoi ajoutant les 720 des deux tiges, on trouve 3240. En cavant tout au plus bas, en supposant que le *Valentino* agissait seulement par ses pointes, que le reste du bâtiment était absolument sans action, nous n'en trouverons pas moins, pour ce seul édifice, que la quantité de matière enlevée à l'orage dans le court espace d'une heure, eût suffi pour tuer plus de 3000 hommes!

Il est des physiciens qui tout en accordant que les paratonnerres sont utiles, qu'ils ne peuvent manquer de recevoir les coups foudroyants dont les maisons auraient eu tant à souffrir, de les conduire, de les disséminer sans dommage dans les entrailles de la terre, nient que leur action graduelle et silencieuse ait une grande utilité. Les chiffres auxquels je suis arrivé me semblent devoir les détromper. Ce point est au reste trop important pour que je ne l'envisage pas sous d'autres aspects.

J'ai dit plus haut comment périt *Richmann*. Si à l'instant où le malheur arriva, il fût parti des nuages orageux un coup de foudre dirigé vers la tige métallique du toit, l'événement, quant à ses conséquences physiques, rentrerait dans la classe très nombreuse de ceux où des hommes ont été tués à côté de barres métalliques interrompues, je veux dire de barres qui n'étaient pas en communication immédiate avec la terre; mais ici tout annonce qu'il n'y eut pas de coup foudroyant extérieur (1); ici la barre qui s'élevait sur le toit de la maison de *Richmann* à un mètre et demi seulement de hauteur,

---

(1) Dans une relation publiée par M. *Lomonosow* quelque tems après la mort de *Richmann*, il était question de *traits de feu* que plusieurs voisins du savant physicien, virent se diriger des nuages sur la barre du toit au moment même où le malheur arriva. Ces observations pourraient être contestées; en tout cas, personne n'a prétendu avoir *vu* et *entendu* un véritable coup de tonnerre.

la chaîne, la tringle inférieure, s'étaient silencieusement chargées de la matière de la foudre; elles avaient, peu à peu, et non d'une manière brusque, enlevé cette matière aux nuages; et la quantité soutirée ainsi s'était trouvée suffisante pour tuer un homme, pour en renverser un second sans connaissance, pour fondre une certaine longueur de tringle de fer, pour produire dans plusieurs pièces de l'appartement du célèbre physicien de Pétersbourg, de notables dégâts.

En présence de ces faits, j'attache peu de prix, je l'avoue, aux considérations théoriques d'après lesquelles on prétend réduire à des *atomes* la matière fulminante que les paratonnerres peuvent arracher aux nuages. Ces atomes, puisque atomes il y a, auraient en tout cas la force d'enfoncer les portes, de briser et de déplacer les meubles, de lézarder fortement les murs et de tuer les hommes!

Si les paratonnerres, disent les dissidents, ont la faculté d'enlever aux nuées la matière fulminante dont elles sont imprégnées, comment éclate-t-il des orages au-dessus des villes où ces appareils abondent?

La réponse est facile : Les paratonnerres s'approprient *une partie* de la matière fulminante des nuées; personne n'a prétendu qu'ils les en dépouillassent entièrement. Une pareille opinion serait d'autant moins justifiable, que les nuages orageux paraissent

être dans une sorte de solidarité; que d'ordinaire l'état *fulminant* d'un d'entre eux (qu'on me passe l'expression) ne peut être changé, qu'au même instant tous les autres nuages ne s'en ressentent jusqu'aux plus grandes distances. Voici comment ce fait capital est mis en évidence :

Reprenons le paratonnerre à conducteur brisé. Le tems est à l'orage. Des étincelles d'une certaine vivacité viennent de tems à autre remplir la lacune. Eh bien! presque tous les coups de tonnerre, forts ou faibles, voisins ou éloignés, amènent une altération subite (1) dans le nombre et dans la vivacité des étincelles. Le moment de cette altération coïncide à peu près exactement avec celui de l'apparition de l'éclair. Si le nuage orageux d'où le tonnerre est parti se trouve fort éloigné, l'affaiblissement des étincelles peut ainsi précéder d'une demi-minute, de 3/4 de minute, d'une minute entière et même de plus, le moment où le bruit du tonnerre arrive à l'oreille de l'observateur.

Toaldo parle d'un orage du 28 septembre 1773, qui embrassait *simultanément* l'espace compris entre *Padoue, Trévise, Venise,* et s'étendait bien au-delà; qui dura plus de six heures; qui, pendant cette

---

(1) Lorsque cette altération est étudiée à l'aide d'un instrument connu des physiciens sous le nom d'électromètre, les changements sont accusés avec une instantanéité remarquable et ils peuvent, de plus, être mesurés.

durée, et partout où il régna, mettait le ciel tout en feu. Supposons que les diverses régions de cette immense nappe de nuages se trouvaient dans une certaine dépendance; que l'état fulminant de chaque partie était lié à l'*état fulminant moyen* de l'ensemble, et personne ne pourra imaginer que les quelques paratonnerres renfermés dans l'enceinte de la ville de *Padoue*, exerçaient une action assez puissante pour rendre partout les coups de foudre *impossibles*. Quand, au contraire, les nuées orageuses occupent un espace restreint, et aussi dans certaines répartitions spéciales de la matière fulminante à leur surface, les effets *amortissants* d'un très petit nombre de paratonnerres, peuvent être prompts et efficaces. Plusieurs physiciens, entre autres *Toaldo*, assurent avoir vu deux fois à *Nymphenbourg*, en Allemagne, des nuées orageuses d'où partaient incessamment les plus vifs éclairs, s'avancer vers le château et n'être plus, après avoir dépassé les paratonnerres, que des nuées ordinaires, que des nuées où n'apparaissait aucun jet lumineux, que des *charbons éteints*, car c'est l'expression dont *Toaldo* s'est servi.

En 1785, *M. Cosson*, curé de *Rochefort*, écrivait à l'abbé *Bertholon* que, le 4 décembre, un nuage « qui » jetait beaucoup d'éclairs, et dans lequel grondait » le tonnerre, devint tranquille et ne donna plus » quelques lueurs assez faibles, aussitôt après que » le vent d'ouest l'eut fait passer au-dessus du para-

» tonnerre de l'église. » Les vives aigrettes qui brillaient à la pointe du paratonnerre de Rochefort, montraient clairement qu'il exerçait une forte action; cependant, en l'absence de la déclaration du curé, nous n'aurions pas osé affirmer qu'un seul paratonnerre avait suffi pour enlever presque complétement au nuage son caractère orageux.

La propriété des paratonnerres à laquelle nous venons de consacrer tant de pages, est d'autant plus développée que leur tige a plus de hauteur. Rien ne le prouve mieux que les nombreuses expériences faites avec des *cerfs-volants*, et, dans ce genre, rien n'a approché des résultats obtenus à *Nérac* par notre compatriote *de Romas*.

Cet intrépide physicien lança dans les airs, à des hauteurs de 130 à 160 mètres (4 à 500 pieds), un cerf-volant dont la corde était, comme les grosses cordes de violon, entourée d'un fil métallique. Pendant un orage très médiocre à peine accompagné de quelques légers coups de tonnerre, *Romas* tira de l'extrémité inférieure de la corde de son appareil, non plus de simples étincelles, mais *des lames de feu* de 3 mètres à 3 mètres un quart (9 à 10 pieds) *de longueur, et de* 53 *centimètres* (1 pouce) *de grosseur. Ces lames faisaient autant de bruit qu'un coup de pistolet. En moins d'une heure Romas en tira trente, sans compter un millier d'autres de la longueur de* 2 *mètres un quart* (7 pieds) *et au-dessous!*

Le physicien de *Nérac* remarqua plusieurs fois que, *pendant la durée de ses expériences, les éclairs et le tonnerre cessaient totalement.* Le docteur *Lining* de *Charlestown* et *M. Charles*, quoique ayant opéré moins en grand, transformèrent aussi des nuages orageux en nuages ordinaires.

Ces observations ouvraient une large et brillante carrière dans laquelle il est regrettable qu'on ne soit pas entré. La formation de la grêle semble incontestablement liée à la présence dans les nuages d'une abondante quantité de matière fulminante. Soutirez cette matière et la grêle ne naîtra point, ou bien elle restera à l'état rudimentaire, et vous ne verrez plus tomber sur la terre que du *grésil* inoffensif. Doute-t-on des grands avantages que l'agriculture retirerait, dans certains pays, de la disparition des orages à grêle? Voici ma réponse : En 1764 un habitant éclairé du midi de la France, écrivait ces lignes dans l'*Encyclopédie* : « Il n'y a pas d'an-» née où la grêle ne ravage la moitié, quelquefois les » trois quarts des diocèses de *Rieux*, *Comminges*, » *Couserans*, *Auch* et *Lombez* ! » Le seul orage du 13 juillet 1788, frappa en France *mille trente-neuf communes.* Une enquête officielle porta le dégât à 25 *millions de francs* !

Je sais très bien que la manœuvre du cerf-volant n'est pas exempte de danger; que l'orage naît, se développe, se fortifie par un tems généralement calme; que le vent à l'aide duquel l'appareil pour-

rait être lancé dans les airs, ne commence à souffler qu'au moment où la pluie et la grêle tombent déjà, etc. Aussi n'est-ce pas de cerfs-volants qu'on devrait, suivant moi, se servir. Je voudrais qu'on employât des *aérostats captifs*, pour cette grande et belle expérience; je voudrais qu'on les fît monter beaucoup plus haut que les cerfs-volants de *Romas*. Si en dépassant d'une centaine de mètres la couche atmosphérique où s'arrêtent ordinairement les extrémités des paratonnerres, de petites aigrettes deviennent des langues de feu de 3 à 4 mètres de long, que n'arriverait-il pas lorsque tout le système, suivant les circonstances, s'étant élevé trois, quatre,... dix fois plus, irait presque affleurer la surface inférieure des nuées; lorsque aussi, et cette particularité a de l'importance, la *pointe* métallique *soutirante* qui serait en communication avec la longue corde demi-métallique faisant les fonctions de conducteur, étant fixée vers la partie supérieure du ballon, se présenterait aux nuages à peu près verticalement ou dans la position d'un paratonnerre ordinaire. Il n'y a rien de trop hasardé à supposer que par ce système, on parviendrait à faire avorter les plus forts orages. En tout cas, une expérience qui intéresse si directement la science et la richesse agricole du royaume mérite d'être tentée. Si l'on se servait de ballons de dimensions médiocres, la dépense serait certainement inférieure à celle de tant de décharges de boîtes, de canons, que s'imposent aujourd'hui, sans aucun fruit, les pays de vignobles.

De la sphère d'action des paratonnerres.

Dans quelle étendue un paratonnerre *bien construit* exerce-t-il avec efficacité son action préservatrice? A quelle distance de la tige, *mesurée dans le sens horizontal*, peut-on avoir la presque certitude de n'être point foudroyé?

Cette question dont l'importance ne saurait être niée, n'a pas été, je crois, étudiée avec tout le soin convenable.

Guidé par de vagues analogies, *J.-B. Leroy*, qui s'est tant occupé de la construction des paratonnerres, disait en 1788, qu'une tige de 4 à 5 mètres de hauteur fixée au faîte d'un édifice, défend tout autour d'elle *un cercle de* 16 *mètres de rayon*. D'après cela, l'action préservatrice irait horizontalement et dans tous les sens, *à plus de* TROIS FOIS *la hauteur de la tige du paratonnerre* AU-DESSUS DE LA BATISSE *à laquelle il est fixé.*

La section de physique de l'Académie des Sciences restreignit cette limite. En 1823, consultée par le Ministre de la Guerre, elle parut adopter l'opinion de M. *Charles :* elle admit, mais sans dire sur quelles bases, qu'un paratonnerre protége autour de lui, *un espace circulaire d'un rayon égal* AU DOUBLE *de sa hauteur.*

Une aussi imposante autorité devait entraîner l'assentiment public. Aussi les auteurs des traités de physique et de météorologie les plus récents,

d'accord avec la commission académique, donnent-ils généralement à la zone circulaire qu'un paratonnerre protége complétement, un rayon double de la hauteur de la tige.

Admettons que cette fixation soit exacte pour une tige de paratonnerre implantée sur un édifice ordinaire de pierre de taille et de moellon, ou sur un comble commun en charpente recouvert de tuiles ou d'ardoises. En sera-t-il de même si de fortes masses de métal sont entrées dans la construction du comble ou de l'édifice? Personne assurément n'oserait le soutenir.

Un paratonnerre, dit-on, ne protége *un toit ou une terrasse*, que dans une étendue égale au double de *la hauteur qu'il a au-dessus* DE CE TOIT OU DE CETTE TERRASSE. Sa sphère d'action est-elle aussi restreinte, quand on la rapporte à un niveau différent et inférieur; quand on veut la mesurer sur le sol, par exemple? Ou bien, le paratonnerre situé au sommet d'un clocher, protége-t-il *à terre* un cercle qui serait décrit avec un rayon double de la somme des hauteurs du clocher et du paratonnerre? Ces questions importantes paraissent à peine avoir été posées. Voici quelques chiffres qui, sans les résoudre entièrement, pourront guider les constructeurs.

Le 15 mai 1777, la foudre frappa le magasin à poudre de *Purfleet*, à 5 lieues de *Londres*, malgré le

paratonnerre que *Franklin, Cavendish, Watson,* etc., y avaient fait établir.

Le météore tomba sur *un crampon en fer* qui à l'aide d'une soudure en plomb unissait deux dalles de la corniche dont l'édifice était entouré à la base du toit. De là il s'élança sur un tuyau de décharge et le suivit jusque dans l'eau d'un puits, sans autre dégât que la rupture de la pierre qui se trouvait interposée entre le crampon et le tuyau.

Je trouve sur les figures à échelle qui représentent le bâtiment, que la pointe du paratonnerre était à 26 pieds anglais de hauteur au-dessus du niveau des dalles de la corniche; que la distance horizontale comprise entre le prolongement vertical du paratonnerre et le crampon foudroyé, n'était que de 24 pieds.

Ainsi le paratonnerre, loin d'avoir garanti, *à la base du toit,* un espace circulaire d'un rayon égal *au double de sa hauteur* au-dessus de la corniche, n'avait pas même étendu cette action préservatrice jusqu'à une distance égale *à la simple hauteur.*

Le paratonnerre s'élevait de 11 pieds anglais au-dessus de la pointe du toit où on l'avait planté. Le double de cette quantité ou 22, laisserait le crampon à 2 pieds en dehors du cercle d'action du paratonnerre, si à tous les étages d'un édifice le rayon de ce cercle était, comme on l'admet, le double de la hauteur de la tige au-dessus de la portion de bâtisse qui en supporte la base. Ainsi, des

deux moyens de déterminer le cercle d'action d'un paratonnerre que nous nous étions proposé d'examiner, l'un, celui qui restreint le plus cette action, n'est pas infirmé par l'évènement de *Purfleet;* l'autre lui est directement contraire, sur quoi, cependant, il importe de remarquer, et que la pointe de la tige de ce magasin n'*était pas bien aiguë,* et que l'amplitude d'action vient d'être mesurée relativement à un cordon de pierres de taille *parsemé de crampons métalliques.*

Le 17 juin 1774, la foudre tomba à *Tenterden* (*Kent*), sur une des quatre cheminées de la maison de M. *Haffenden,* quoiqu'une d'entre elles fût surmontée d'un paratonnerre. Celle que la foudre démolit, se trouvait entourée à quelque distance de gouttières en plomb; elle était éloignée de 50 pieds anglais de la tige pointue; la pointe, d'ailleurs, ne dépassait le niveau des sommets des quatre cheminées, que de 5 pieds; ainsi, la distance était 10 fois plus grande que la hauteur du paratonnerre au-dessus du point foudroyé. Le coup si souvent cité de *Tenterden,* n'a donc rien de contraire aux opinions régnantes. Ajoutons que *le conducteur* n'était pas d'une forme et d'une construction entièrement irréprochables.

Un violent coup de foudre atteignit *la vaste maison des pauvres de Heckingham* (*Comté de Norfolk*), le

17 juin 1781, malgré les *huit* paratonnerres dont elle était armée. Le point que le météore frappa d'abord se trouvait situé à un des angles inférieurs du comble. Une *large plaque de plomb* le recouvrait.

De ce point au paratonnerre le plus voisin, la distance *horizontale* était de 55 pieds anglais. La sommité aiguë de la tige ne s'élevait pas *au-dessus du niveau du point foudroyé*, de plus de 22 pieds: c'était moins que la moitié de la distance horizontale du point que la foudre frappa, au prolongement de la verticale de la tige; le point était donc en dehors du cercle, que d'après les opinions reçues, le paratonnerre pouvait protéger efficacement. Ici, encore, on était en droit d'observer que les conducteurs ne se terminaient pas dans un sol suffisamment humide.

Le Dr *Winthrop* de *New-Cambridge*, rapporte qu'un arbre fut frappé par la foudre et sillonné dans toute sa longueur, quoiqu'il ne se trouvât éloigné *horizontalement* que de 16 mètres (52 pieds anglais), du paratonnerre établi sur le clocher d'une église.

Si le clocher dépassait le sommet de l'arbre de 8 mètres ou plus, comme il paraît naturel de le croire, le fait cité par le Dr *Winthrop* serait directement contraire à l'idée que le rayon d'action d'un paratonnerre doit être mesuré par le double de la hauteur verticale absolue de la pointe de la tige *au-dessus de chaque objet.*

Une écurie appartenant à *William Lyttelton*, gou-

verneur de la *Caroline du Sud*, fut frappée par la foudre et très fortement endommagée, quoiqu'elle ne se trouvât qu'à 18 mètres (*twenty yards*) d'une maison armée d'un bon paratonnerre.

Cette relation ne faisant connaître ni la hauteur du point foudroyé ni celle du paratonnerre, on n'en peut rien déduire touchant le rayon d'action de ces appareils.

Je rapporterai un second fait qui n'est pas non plus assez circonstancié; mais les objets existent encore et rien n'empêchera qu'on ne remplisse les lacunes :

La tour de l'église de *Saint-Michel, Cornhill*, à *Londres*, est surmontée d'un excellent paratonnerre; cela n'empêcha pas la foudre de tomber sur la couverture en plomb qui revêt le sommet du clocher de *Saint-Pierre*, quoique celui-ci soit considérablement plus bas et que sa distance à la tour de *Saint-Michel* ne surpasse pas 61 mètres (200 pieds anglais).

Il manque ici la hauteur verticale de la pointe du paratonnerre du *clocher de Saint-Michel*, au-dessus de la couverture en plomb du *clocher de Saint-Pierre*. Si cette hauteur n'est pas de 31 mètres, comme on doit le supposer, l'événement n'infirmera point la règle d'après laquelle le rayon d'action devrait se mesurer sur le double des *hauteurs relatives*.

En résumé, on est autorisé par l'ensemble de tous

ces faits, à porter l'amplitude de l'action préservatrice des paratonnerres implantés sur les parties culminantes des édifices, au double de la hauteur des tiges au-dessus de leurs points d'attache. L'événement de *Purfleet* lui-même confirme cette détermination.

Pour garantir un grand bâtiment, il faudra donc l'armer de plusieurs paratonnerres. Moins les tiges auront de hauteur et plus elles devront être multipliées. Leur nombre sera suffisant lorsqu'il n'y aura sur un comble, sur une terrasse, etc., aucun point dont la distance horizontale à la tige la plus voisine, soit plus grand que le double de la hauteur de cette tige au-dessus de sa base.

Cette règle étant une déduction logique des faits, on a peine à concevoir comment, dans la construction des paratonnerres, *Franklin* a paru se préoccuper si peu de considérations de hauteur. Tout ce qu'il exigeait, c'est que les pointes dépassassent un peu les sommets des cheminées. Je vois aussi la hauteur des tiges fixées à 3 mètres (10 pieds anglais), dans une note qui porte les signatures de *Cavendish*, de *Priestley*, de *Lord Mahon*, de *Nairne*, de *Watson*, etc. En France les constructeurs vont jusqu'à 10 mètres, et ils ne se sont même arrêtés là que par des motifs de solidité. Entre ces deux sortes de dimensions, le choix ne saurait aujourd'hui être douteux.

Les paratonnerres implantés horizontalement ou dans des directions très inclinées sur l'entablement des édifices, sont-ils utiles?

Toutes circonstances égales, la foudre doit tomber et tombe, en effet, sur les parties les plus élevées des édifices; mais où trouver une parfaite égalité de circonstances? de combien de manières ne peut-elle pas être troublée? ne suffit-il pas pour cela d'un crampon de métal, de l'espagnolette d'une fenêtre, d'un tuyau de poêle, etc. Au reste, si les nuages chargés de matière fulminante n'étaient pas terminés par des surfaces à peu près horizontales, les portions les plus élevées des édifices ne jouiraient pas incontestablement du fâcheux privilége que nous venons de leur attribuer; or, chacun doit se rappeler ces lambeaux de nuages qui dans des temps orageux descendent presque jusqu'à terre, et que la masse générale traîne à sa suite partout où le vent la transporte. Rien n'est moins propre assurément qu'une tige verticale pour décharger peu à peu et en silence ces nuages pendants. Au contraire, un paratonnerre horizontal ou très incliné produirait cet effet à merveille. Je n'entends pas, au surplus, réduire à ce seul rôle les paratonnerres inclinés: ils doivent servir encore à recevoir les coups foudroyants qui sans eux auraient frappé les faces latérales des édifices. Croit-on, avec quelques physiciens, que jamais ces faces ne peuvent être exposées au même

degré que l'ensemble des parties culminantes? Ma réponse est toute prête: elle consistera dans divers faits que j'ai recueillis et qui ne me semblent pas laisser place au plus léger doute.

M. *Alexandre Small* écrivait de *Londres*, à *Franklin*, en 1764, qu'il avait vu, devant ses fenêtres, un trait fulminant très vif, très délié et assez bas, se mouvoir, sans *zig-zags* apparents, *dans une direction à peu près horizontale* et aller frapper un clocher fort loin de son sommet.

En septembre 1780, un violent coup de tonnerre tua deux hommes *au rez-de-chaussée* de la maison de M. *James Adair*, à *East-Bourn*. Au premier étage où il pénétra par une fenêtre, il fit aussi beaucoup de dégâts. Le troisième étage et le toit étaient restés parfaitement intacts.

On aurait pu deviner ces effets, d'après les observations de diverses personnes qui se promenaient sur le bord de la mer. La ligne que suivait le météore paraissait le conduire tout juste *au milieu de la façade de la maison*. C'est là seulement qu'il se brisa, qu'il se divisa, qu'il se partagea en plusieurs rameaux.

Le 12 août 1783, la foudre endommagea le clocher de la cathédrale de *Lausanne*. *Elle tomba d'abord* sur une barre de fer horizontale servant de lien à

deux petites colonnes situées *aux deux tiers de la hauteur de l'édifice.* Il n'est pas douteux que le trait fulminant avait eu cette direction peu ordinaire : une personne digne de foi *le vit distinctement* s'élancer sur la barre ; le docteur *Verdeil* à qui l'observation fut immédiatement communiquée, se livra, en conséquence, aux recherches les plus scrupuleuses et ne découvrit, *au-dessus* de la barre de fer en question, aucun indice quelconque de l'action de la foudre.

Ce coup latéral et dirigé sur un point si éloigné de la sommité du clocher est d'autant plus remarquable, que l'édifice se trouvait fortuitement pourvu d'une sorte de paratonnerre.

« Au sommet du clocher, dit en effet M. *Verdeil,* » est une espèce de pommeau à huit faces longitudi- » nales, surmonté d'une longue verge de fer, qui » sert de pivot à la girouette et qui se termine en » forme de fer de pique. Ce pommeau est recouvert » de plaques de cuivre dans toute sa circonférence. » Huit bandes du même métal descendent depuis ce » pommeau le long des angles de la flèche, qui est » couverte de tuiles vernies au four. Ces bandes vont » aboutir à une gouttière horizontale, qui fait » tout le tour de la base de la flèche et se vide, » au moyen de deux tuyaux de métal fort épais, » dans deux grands réservoirs de cuivre qui sont » toujours pleins d'eau. Du fond de ces réservoirs » partent deux longs tuyaux de cuivre qui descen-

» dent du haut en bas, se réunissent dans un réser-
» voir commun, et de là vont se rendre dans une
» pompe à incendie qu'ils remplissent toutes les fois
» qu'il pleut. Cette pompe communique par des
» égouts de métal, avec celui qui verse l'eau de la
» pluie sur le pavé. »

Admettons qu'il pleuve (et il pleuvait beaucoup depuis une demi-heure au moment du coup fulminant du 12 août 1783) et l'on aura, comme nous le disions tout-à-l'heure, dans l'ensemble de barres, de plaques et de tuyaux métalliques, un paratonnerre presque à l'abri de toute objection.

Une aile de moulin à vent (le moulin de *Thoothill* en *Essex*) est au repos dans la position où elle fait avec l'horizon un angle de 45°. Le tonnerre partant des nuages vient la frapper, en 1829. Qui ne s'imaginerait que le point de collision sera *la partie la plus élevée de l'aile?* Il n'en est rien, cependant! Le milieu de l'aile porte un boulon en fer, c'est sur ce milieu que la foudre se précipite; toute la portion supérieure reste intacte; les avantages d'une plus grande hauteur sont compensés et bien au-delà par la présence, dans une partie inférieure, de quelques kilogrammes de métal.

S'il fallait prouver que *toujours* on devra établir sur les édifices, des paratonnerres inclinés, les faits que je viens d'énumérer seraient trop peu nombreux;

mais, on se le rappellera, je voulais seulement établir que dans certains cas les tiges obliques peuvent être utiles.

De la meilleure forme et des meilleures dispositions à donner aux diverses parties dont un paratonnerre se compose.

De la pointe.

Nous avons prouvé que si l'on ne veut pas, avec raison, renoncer à la propriété dont les paratonnerres jouissent de décharger peu à peu et silencieusement les nuées orageuses de leur matière fulminante, il faut que la tige se termine par une pointe très aiguë. Faisons cette pointe en fer, et la rouille provenant de l'action de l'air et de l'eau la détruira bientôt, et bientôt elle sera émoussée, et sa propriété *soutirante* s'affaiblira de jour en jour.

On a d'abord paré à cet inconvénient, en dorant *la pointe de la tige en fer* dans une certaine étendue. La dorure du fer étant très peu durable, on a trouvé mieux ensuite d'adapter à l'extrémité de la tige, à l'aide d'une vis, une *pointe en cuivre doré*. Enfin, des pointes de platine remplacent généralement celles de fer et de cuivre, depuis que les progrès de la métallurgie permettent de les fournir à des prix très modérés.

Les pointes de platine sont préférables à celles

de cuivre, non-seulement à cause de leur inaltérabilité sous l'action de l'eau et de l'air, mais aussi à raison de leur infusibilité. Le coup de foudre qui fondrait, qui *émousserait* une pointe de cuivre, laisserait au contraire à la pointe de platine la forme aiguë de laquelle dépend la grande intensité de son action. En se rappelant qu'un paratonnerre peut être foudroyé au début d'un orage, et que le remplacement des pointes exige souvent la construction d'échafaudages dispendieux, on ne manquera pas d'apprécier, sous le rapport économique et sous celui de la sureté, tous les avantages de l'infusibilité des aiguilles de platine. Ces avantages sont tels, qu'en 1790, à une époque où l'on savait à peine travailler ce métal, la *Société philosophique de Philadelphie* accueillait avec de vifs applaudissements la proposition que M. *Robert Patterson* lui faisait, d'exécuter la pointe des paratonnerres avec une autre substance très peu fusible, avec de la *plombagine* (*carbure de fer*).

Dans quelques pays, en Allemagne et en Angleterre, par exemple, certains constructeurs de paratonnerres, adaptent à l'extrémité de la tige de ces appareils, non pas une pointe unique, comme on le fait en France, mais une pointe verticale autour de laquelle sont disposées circulairement, d'autres pointes *très divergentes et diversement inclinées à l'horizon.*

Je sais bien qu'on justifiait ainsi cette pratique :

une pointe s'émousse et s'oxide à l'air ; dès-lors elle perd de sa puissance et de sa conductibilité ; eh bien ! plusieurs pointes émoussées et rouillées, agiront dans leur ensemble, aussi fortement qu'une pointe unique non rouillée ! Mais cet avantage des pointes multiples, auquel une pointe unique de platine supplée aujourd'hui parfaitement, n'était pas le seul qu'on eût en vue et qu'on espérât : en employant des pointes diversement orientées et diversement inclinées, il devait toujours, dans le nombre, s'en trouver une qui se présentât suivant la position la plus favorable, qui se présentât perpendiculairement au nuage orageux, quelle que fût sa forme, le nombre de ses faces et leur inclinaison. Tout cela a dû paraître un tant soit peu subtil ; mais jusqu'à l'époque où, en répétant avec un grand soin l'expérience de *Beccaria* sur laquelle nous nous sommes déjà appuyé (*voyez* page 561), on aura établi qu'une pointe verticale enlève *à toutes sortes de nuages* plus de matière fulminante qu'une pointe inclinée, ou, mieux encore, jusqu'au moment où, en suivant la méthode du célèbre physicien de *Turin*, on sera parvenu à prouver qu'une pointe unique agit toujours plus fortement qu'un groupe de pointes disposées en étoile, on n'aura pas le droit de ranger les paratonnerres à pointes multiples parmi les conceptions qui ne méritent que le dédain. Je conviendrai néanmoins qu'en attendant ces expériences, il sera sage et très suffisant de s'en

tenir à la forme recommandée dès l'origine par *Franklin*.

Du conducteur.

C'est de la bonne construction et de la bonne disposition du conducteur, que dépend *principalement* l'action préservatrice des appareils de *Franklin*.

Le conducteur et aussi la tige supérieure d'un paratonnerre doivent être assez gros, assez massifs pour qu'un coup de foudre ne puisse point les fondre. D'après tout ce que nous avons recueilli dans le § (O), on satisfera amplement à cette condition en employant des barres de fer ou de cuivre, carrées ou cylindriques, de 20 millimètres (9 lignes) de côté ou de diamètre. Si les constructeurs donnent à la tige, surtout vers sa base, une plus grande épaisseur, c'est seulement afin qu'elle puisse résister à l'action du vent.

Pour garantir de la rouille les tiges et les conducteurs des paratonnerres, on les couvre ordinairement d'une couche de peinture. En *Amérique* on a porté le scrupule jusqu'à choisir de la peinture au *noir de fumée*, à cause de la propriété dont cette dernière matière jouit de donner aux composés où elle entre dans une forte proportion, la faculté de transmettre assez facilement la matière fulminante.

Le conducteur ne pouvant remplir convenable-

ment son office, qu'à la condition de se dépouiller de cette matière au fur et à mesure que la tige supérieure pointue du paratonnerre le lui transmet, il faut, inévitablement, suppléer au manque de conductibilité du sol par la multiplication du nombre de points d'écoulement (1). Si le conducteur descend dans un terrain médiocrement humide et, dès lors, médiocrement perméable aux effluves fulminantes, il faudra qu'il soit en contact avec lui sur une grande longueur. La longueur pourra être moindre si la terre est toute l'année fortement imprégnée d'humidité, et moindre encore si le conducteur descend jusqu'à une *nappe d'eau naturelle.*

L'augmentation si indispensable du nombre de points d'écoulement par lesquels le fluide peut passer du conducteur dans le sol, on l'obtiendrait aussi en épanouissant en quelque sorte le métal, en amenant la barre conductrice, par l'action du laminoir, à être une large plaque, en étendant autant que possible la surface destinée à pénétrer dans la terre. Il y a même tel développement de cette surface qui dispenserait, je crois, de rien enfoncer dans le terrain, qui rendrait un contact superficiel suffi-

(1) M. *R. Hare*, professeur de chimie à l'université de *Pensylvanie*, propose de mettre, quand cela est possible, la partie souterraine des conducteurs des paratonnerres, en communication avec les *tuyaux en fonte* destinés dans la plupart de nos villes à conduire l'eau dans les divers quartiers.

sant. Il doit en être ainsi, par exemple, dans les édifices entourés à leur base d'une bordure en plomb ou en fer blanc qui est ployée à angle droit de telle manière que l'une des faces de l'angle est appliquée contre le mur et que l'autre repose sur le sol. Que le conducteur touche bien cette bordure, et le fluide qu'il reçoit de la tige dans le tems le plus orageux, pourra s'écouler par un si grand nombre de points qu'on n'aura plus à craindre ni jets lumineux, ni détonation. Voilà, si je ne me trompe, pourquoi un monument, tel que la *colonne de la place Vendôme,* reposant sur *un large socle métallique* qui, lui-même, touche par sa surface inférieure le sol ou le soubassement en pierre, peut se passer de conducteur.

Ordinairement, c'est en ramifiant le conducteur, et non par un laminage, que les constructeurs de paratonnerres augmentent la surface enterrée destinée à donner passage dans le sol au fluide fulminant.

Lorsque *la barre du conducteur* pénètre dans le sol, on se trouve entre deux écueils : Si le terrain est humide, l'écoulement de la matière fulminante se fait sans difficulté, mais le métal se rouille, se détruit très vite. Supposez le terrain sec, la barre dure long-temps, mais elle remplit fort mal ses fonctions. Il était donc bien désirable qu'on découvrît une matière *très conductrice* et qui n'attaquât pas le fer. *Le charbon* QUAND IL A ÉTÉ ROUGI est dans ce cas. Aussi, comme *Robert Patterson* le proposa en 1790, les

constructeurs de paratonnerres qui sont au courant de toutes les ressources de la science, ne manquent-ils pas aujourd'hui de faire passer la barre conductrice au travers d'une sorte de puits rempli de BRAISE DE BOULANGER. Je souligne de nouveau ces trois mots afin qu'on ne s'y trompe pas : le charbon rougi est indispensable; le charbon commun ne saurait le remplacer.

Quand le conducteur descend jusqu'à une *nappe liquide* NATURELLE, il suffit, l'expérience l'a prouvé, de l'y faire plonger d'*environ un mètre*.

Je viens de parler d'une *nappe naturelle*, par opposition aux réservoirs artificiels ou *citernes* qui reçoivent l'eau pluviale. C'est à tort que ces citernes, quand elles ont été rendues étanches dans leur fond et sur leurs côtés, soit à l'aide d'un dallage et masticage exact, soit par une couche épaisse de béton hydraulique, sont assimilées à des puits proprement dits. Les dalles ou le ciment hydraulique étant secs dans le milieu de leur épaisseur, n'offrent qu'un passage très difficile à la matière de la foudre; cette matière n'a donc pas le moyen, comme dans le cas d'un puits, d'aller se répandre rapidement au loin par une multitude innombrable de fentes, de fissures remplies d'eau ou tout au moins d'humidité : après avoir un moment envahi le liquide *de la citerne*, la matière, faute d'écoulement, revient sur ses pas, remonte le long de la barre du conducteur et se préci-

pite par un coup fulminant ou avec détonation sur quelque objet placé dans le voisinage.

Je sais très bien qu'on aura le droit de demander des preuves à l'appui de cette théorie; aussi je m'empresse de les fournir :

Le 9 juin 1819, la foudre tomba sur la principale aiguille de la cathédrale de *Milan*. Cette aiguille était armée d'un paratonnerre en bon état dont le conducteur plongeait dans un vaste *puisard*. Cependant, près de ce conducteur encore intact, on trouva à diverses élévations, des marbres brisés et dispersés, des arabesques détruites, etc. Tout vérification faite par le professeur *Configliachi*, il fut constaté que le prétendu puisard était une véritable *citerne dallée!*

Le 4 janvier 1827, la foudre tomba sur le paratonnerre du phare de Gènes. Ce paratonnerre et le conducteur furent brisés en plusieurs points, quoique tout semblât en bon état, quoique le conducteur plongeât dans de l'eau ; mais cette eau était contenue dans une *citerne étanche*, de peu de capacité, creusée de main d'homme dans la roche sur laquelle le phare repose!

Pour faible que soit la résistance qu'une barre métallique oppose au passage de la matière fulminante, il est bon de ne pas la négliger. Cette résistance devant augmenter avec la longueur de la

barre, il sera convenable, à moins d'empêchement sérieux, de diriger le conducteur *par le plus court chemin possible,* entre le pied de la tige verticale du paratonnerre auquel il est attaché, et le sol humide où il doit se décharger.

Nous déterminions tout à l'heure la grosseur du conducteur, d'après des coups de foudre que j'appellerai simples. Dans ces coups, les barres étaient seulement envahies par la matière fulminante qui les avait directement frappées. Ces dimensions pourraient bien ne pas être suffisantes si, dans un instant donné, *un seul conducteur* recevait et devait transmettre au sol, tout ce qui aurait frappé simultanément *plusieurs paratonnerres.* La nécessité d'un conducteur par paratonnerre ressort de cette remarque avec une entière évidence. Ceci n'empêche pas qu'il n'y ait utilité à établir une liaison intime entre les pieds des tiges de tous les paratonnerres, à l'aide de barres de fer courant le long des faîtières des toits et qui n'ont pas besoin d'être aussi fortes que les conducteurs proprement dits. Il sera toujours avantageux d'étendre le même genre de communication aux grosses pièces métalliques qui font partie des toits ou balustrades des édifices, et surtout aux combles en fer dont l'usage commence à devenir si commun.

Des *barres métalliques rigides,* ne s'adaptent aux

diverses inflexions des toits, des corniches, des ornements d'architecture, qu'à l'aide d'un grand nombre de morcellements et de raccords dans lesquels, à la longue, les eaux et la rouille qui en est la suite, produisent de fâcheuses solutions de continuité. On évite aujourd'hui ces inconvénients, en substituant des *cordes métalliques flexibles* aux barres dont jadis on faisait exclusivement usage. Ces cordes ont et doivent avoir les dimensions des anciennes barres. Les torons qui les composent peuvent être goudronnés séparément, mais cela n'empêche pas que la corde tout entière ne soit ensuite goudronnée elle-même avec le plus grand soin. Il est toujours bien entendu que le goudron recouvrira seulement les parties extérieures de la corde, celles qu'il doit préserver de l'action de l'air et de l'humidité. Quant aux parties destinées à être plongées dans l'eau d'un puits, dans un terrain humecté ou dans de la braise de boulanger, il est indispensable que leurs surfaces métalliques soient à nu autant que possible.

Certains constructeurs se croyaient obligés de séparer les combles et les murs des édifices, des paratonnerres et de leurs conducteurs, par les matières, telles que le verre, la poix, etc., les moins propres à transmettre le fluide de la foudre et qui, dès-lors, ne doivent permettre à aucune portion appréciable de ce fluide, de se dévier laté-

ralement, de s'élancer d'une barre conductrice sur les objets qu'elle est destinée à protéger. Mais ces *paratonnerres isolés* ne sont plus guère en usage; on a fini par y reconnaître un excès de précaution très dispendieux; on a réfléchi que la matière fulminante une fois engagée dans une barre métallique suffisamment grosse et aboutissant à quelque nappe liquide indéfinie, ne la quitte pour se porter sur les matériaux dont les édifices sont ordinairement composés, qu'en si petite quantité qu'il n'en saurait résulter ni dommage, ni même aucun effet appréciable.

Les mêmes raisonnements sembleraient pouvoir conduire à décider une question qui, aussi, a été débattue entre les physiciens: celle de savoir s'il est indifférent d'établir les conducteurs dans l'intérieur ou à l'extérieur des édifices. J'avoue que sur ce dernier point je serai beaucoup moins affirmatif. « Il y » a des grands seigneurs dont il ne faut approcher » qu'avec d'extrêmes précautions; le tonnerre est de » ce nombre » dit Voltaire. Je suis tenté de croire que l'illustre écrivain a raison, quand je me rappelle le cas déjà cité (page 352) où la foudre quittant le conducteur extérieur du paratonnerre de la maison de M. *Raven*, alla horizontalement à travers le mur, frapper un fusil placé debout dans la cuisine. Quels dégâts, je le demande, n'auraient pas été la suite de ce mouvement latéral, si une grosse maçon-

nerie ne se fût trouvée sur le passage de la foudre.

Le conducteur, dira-t-on, n'avait pas une épaisseur suffisante. Oui sans doute, mais voici un cas où tout paraissait en bon ordre, où les paratonnerres fonctionnèrent comme on pouvait le désirer et, cependant, il y eut déviation de la matière fulminante, et tout autorise à croire qu'il en serait résulté des malheurs si, de même, un mur épais ne s'était trouvé interposé entre le conducteur et une foule d'ouvriers.

Le 31 juillet 1829, dans la prison de *Charlestown*, au moment d'un immense coup de tonnerre, 300 personnes reçurent à la fois une violente commotion dont l'effet général fut, durant quelques secondes, un grand affaiblissement de force musculaire. L'accident n'eut de suites facheuses pour personne.

La prison de Charlestown était armée de trois paratonnerres en bon état, placés à 18 pieds l'un de l'autre. La foudre laissa donc le bâtiment parfaitement intact. Mais comment se fit-il que l'effet préservatif des conducteurs ne s'étendit pas, comme à l'ordinaire, aux habitants?

On a trouvé une réponse satisfaisante à cette question, dans la grande quantité de fer que la prison renfermait. M. Bryant, le directeur, l'évalua à 100 tonnes; il faut ajouter à cela que presque toute la population ouvrière était armée de marteaux, de limes, de fusils ou de piques.

Jusqu'ici, les physiciens ne paraissent avoir at-

taché aucune importance à *la forme* des inflexions qu'on est obligé de faire subir au conducteur, pour l'amener du comble parallèlement auquel il est descendu, vers le mur vertical de l'édifice. Au bord même du larmier du toit, au bord des corniches, la barre ou la chaîne conductrice est pliée de telle manière qu'au lieu de se trouver sur une même droite, la partie du comble et celle qui va rejoindre le mur, font entre elles un angle de 90° et même quelquefois un angle aigu. Il n'est pas très rare de remarquer d'aussi brusques déviations dans d'autres parties du conducteur, même près de terre. Supposons un violent coup de foudre, et de telles inflexions pourraient être dangereuses, du moins à en juger par divers événements dont j'ai lu les relations et qui semblent autoriser à croire que dans le calcul de la marche de la matière fulminante, on ne doit pas faire totalement abstraction de la vitesse acquise. On peut consulter à ce sujet *la Description de Saint-Domingue,* de *Moreau de Saint-Méry*, tome Ier, page 393; l'on y verra la foudre suivre régulièrement un conducteur, l'abandonner ensuite dans le point où la barre était ployée de telle sorte que ses deux parties formaient un angle aigu, pour aller, à travers l'air, frapper des objets situés sur le prolongement du premier côté de l'angle.

Les *Mémoires de l'Académie de Lausanne,* tome Ier, nous montreront aussi la foudre se dirigeant *très*

obliquement sur le milieu d'une barre de fer horizontale, et ne s'y propageant, bien que tout fût symétrique de part et d'autre, que dans le sens du prolongement de son propre mouvement. Maintenant que la question est posée, des expériences de cabinet ne manqueront pas de faire prompte justice des considérations précédentes si elles ne sont pas fondées; en attendant, il ne pourra y avoir que de l'avantage à éviter, dans la forme du conducteur, des angles aigus, à ne passer d'une direction à une autre très différente, qu'à l'aide de courbes de raccord exemptes de tout changement brusque.

Le *pulvérin* que le moindre courant d'air entraîne, qui se dépose sur toutes les saillies intérieures et extérieures des magasins à poudre, est pour ces établissements un véritable danger. Supposons ce pulvérin enflammé par l'étincelle résultant d'une imperceptible solution de continuité dans le conducteur, et le feu pourra se communiquer jusqu'aux barils de l'intérieur. Dans cette prévision, on a proposé de ne point poser les paratonnerres des magasins sur les bâtiments mêmes : il serait mieux, dit-on, de les établir à l'extrémité de longs mâts verticaux, éloignés de 2 à 3 mètres des murs de face. Cette idée se trouve déjà dans un Mémoire de *Toaldo* de 1776. Elle a reçu depuis (en 1823) la haute approbation de la section de physique de l'Académie des Sciences; malheureusement, il se présente dans son applica-

tion, une difficulté fort grave qui nous a déjà occupés. On sait très bien que les pointes doivent s'élever plus haut que le faîte de l'édifice, mais quel est leur rayon d'action ? Supposez-le égal au double de la hauteur absolue de chaque paratonnerre *au-dessus du sol*, et un petit nombre de ces appareils suffira pour mettre à l'abri toutes les parties du plus vaste magasin. Admettez, d'autre part, que le rayon d'action ne doive être calculé que sur le double de la hauteur des pointes *au-dessus des parties culminantes des magasins*, et il y a tel de ces bâtiments, qu'à moins d'immenses dépenses, il faudrait renoncer à garantir, avec des *mâts paratonnerres*.

Quoique j'aie déjà bien longuement insisté sur les règles auxquelles on doit se soumettre dans l'établissement des paratonnerres et de leurs conducteurs, je placerai ici la relation du coup de foudre qui menaça si gravement le magasin à poudre de *Bayonne*, le 23 février 1829. Les fautes, surtout quand elles ont failli devenir la cause de grands malheurs, laissent toujours dans la mémoire des souvenirs plus durables que de simples préceptes. Il sera bon, d'ailleurs, de montrer comment une installation de l'appareil de Franklin, que j'appellerai en vérité *prétentieuse*, devint détestable par le simple oubli de quelques circonstances en apparence assez légères.

Le magasin à poudre de *Bayonne* est un bâtiment de $17^{m},5$ de long sur $11^{m},4$ de large. Le toit est à

deux eaux. La faîtière et la couverture des murs de pignon, sont formées de larges lames de plomb liées les unes aux autres. Le paratonnerre a $6^m,8$ d'élévation ; une douille en plomb qui l'enveloppe à sa base, est soudée à l'une des lames du faîte. Par cette disposition, toutes les parties métalliques du toit communiquent entre elles.

Le conducteur a, au moins, 27 millimètres de diamètre. Au lieu de pénétrer dans la terre au pied du bâtiment, comme c'est l'ordinaire, il est soutenu horizontalement, à 8 décimètres de hauteur, par cinq poteaux en bois. Ce n'est qu'à la distance de 10 mètres du mur extérieur du magasin, que le conducteur s'enfonce verticalement dans une fosse carrée d'environ 2 mètres de côté, revêtue en maçonnerie sur ses quatres faces latérales, et remplie de charbon dans une hauteur de plus de 1^m à partir du fond. Afin de multiplier le nombre de points de contact entre le charbon et le terrain naturel, on a terminé, dans le bas, les quatre murs de la fosse par des arceaux à jour. Le bout pointu du conducteur repose sur un piquet fiché au fond de la fosse. Des racines métalliques partant de la tige principale, en divergeant, et ramifiées ensuite elles-mêmes, vont se répandre dans toutes les parties de la masse charbonneuse. Au-dessus de cette masse est une couche de terre meuble recouverte d'un pavé en dalles.

Le 23 février 1829, à 4 heures du soir, quelques minutes après une abondante averse de pluie et de

grêle que poussait un fort *vent d'ouest,* le tonnerre tomba sur le paratonnerre de Bayonne et fondit sa pointe dans une longueur d'environ 13 millimètres. Jusque là, rien d'extraordinaire. Mais des indices manifestes de décharges se montrèrent sur beaucoup d'autres points ; ainsi la tige métallique n'avait pas entièrement garanti l'édifice.

A l'angle *sud-ouest* du bâtiment, la lame de plomb recouvrant le mur de pignon, présentait une déchirure de $0^m,21$ dans un sens sur $0^m,19$ dans l'autre, et cela, précisément au-dessus d'un lien de fer réunissant deux pierres de la corniche.

Le tonnerre avait laissé aussi des traces de ses explosions, sur les cinq poteaux de bois dont nous avons déjà parlé, et qui sont destinés à maintenir le conducteur horizontalement au-dessus du sol.

La lame de plomb formant le chapeau de celui de tous ces poteaux qui se trouve le plus voisin du bâtiment, avait été soulevée ; les deux clous qui l'attachaient étaient arrachés. Sur la couverture du second poteau, on remarquait deux trous à peu près circulaires et une petite déchirure. Sur celle du troisième, on voyait *trois trous,* dont l'un de 6 centimètres de long sur un de large. Les lames de plomb du quatrième et du cinquième poteau, n'étaient percées chacune que d'un seul trou. Dans toutes ces ouvertures ou déchirures, le plomb était rebroussé *de bas en haut.*

Tels sont les principaux faits consignés dans une lettre au Ministre de la Guerre du colonel-directeur

de l'artillerie de Bayonne, et dans le rapport d'une commission nommée par cet officier pour constater le dégât.

La section de physique de l'Académie des Sciences, appelée dans le temps à donner son avis sur cet événement et à expliquer l'inefficacité d'un paratonnerre qui, au premier aspect, pouvait paraître avoir été établi avec beaucoup de soin, consigna le fruit de son examen dans un rapport rédigé par M. *Gay-Lussac*, et dont je ne puis mieux faire que d'analyser les principales conclusions.

Le conducteur n'a pas offert un écoulement suffisant à la matière fulminante; c'est pour cela qu'elle s'est ouvert un passage et par l'angle sud-ouest du bâtiment et par les cinq supports en bois.

Il faut chercher la cause de l'insuffisance du paratonnerre de *Bayonne*, dans les dispositions vraiment inexplicables adoptées par les constructeurs et que nous avons déjà fait connaître. Il eût fallu que la barre métallique (*conducteur*) plongeât dans l'eau d'un puits ou, du moins, qu'elle se trouvât en contact avec la terre humide sur un grand développement. Au contraire, comme si l'on eût craint d'offrir trop de voies d'écoulement au fluide, cette barre, sur toute sa course horizontale, était soutenue à $0^m,8$ de hauteur par des poteaux en bois, c'est-à-dire par des conducteurs imparfaits (1); elle ne s'enfonçait en-

(1) Cette disposition avait été probablement suggérée par un

suite verticalement dans le sol, que d'environ 2 mètres. On avait, il est vrai, enveloppé l'extrémité de la barre dans du charbon ; mais ce n'était pas de la braise éteinte, mais c'était du charbon ordinaire dont la conductibilité n'a rien de remarquable (1).

Avec une pareille installation, doit-on s'étonner que la foudre se soit ramifiée? qu'à défaut d'un

---

précepte de *Franklin* très juste, mais ici fort mal interprété. Le grand physicien d'Amérique ne voulait pas que le *bout inférieur* des conducteurs, restât trop voisin des murs des édifices. Il craignait qu'en l'absence d'une conductibilité suffisante du terrain, l'explosion dont ce bout doit être inévitablement le siége, ne se portât latéralement sur les fondations, et dans le cas d'un trop grand voisinage, ne les ébranlât. Il voulait donc *qu'après avoir pénétré dans la terre*, la barre conductrice, par une inflexion convenable, s'éloignât des murs. Cet éloignement, il n'aurait jamais consenti à se le procurer en diminuant le nombre de points de contact de la barre et du sol. Il eût sans doute approuvé les 10 mètres de déviation latérale du conducteur de *Bayonne*, mais à la condition expresse qu'au lieu d'être soutenus en l'air par des poteaux, ces *dix* mètres de barre auraient été enfoncés dans la terre.

(1) Je dois le répéter, il a été établi par de nombreuses expériences, que le charbon ordinaire, que le charbon faiblement calciné, pris à l'état de siccité, n'est presque pas conducteur de la matière de la *foudre*. Imbibé d'eau, il présente des propriétés conductrices manifestes, mais, cependant, beaucoup plus faibles encore que celles du charbon auquel on a fait subir un violent coup de feu. A défaut de cette dernière espèce de charbon, on peut se servir de *coke* pulvérisé.

écoulement suffisant par la voie qu'on lui avait destinée, elle ait suivi, en assez grande partie, la direction des cinq poteaux de bois pour arriver au sol? qu'en outre, à l'angle *sud-ouest* du bâtiment, elle se soit élancée d'une plaque de plomb qui communiquait avec le conducteur, sur le *lien en fer* unissant deux pierres que cette plaque recouvrait? La préférence donnée ainsi à l'angle *sud-ouest*, s'explique d'ailleurs par la circonstance que le mur de cet angle, battu, un moment avant l'explosion, de la pluie d'orage, était devenu un demi-conducteur.

Est-il prouvé, en fait, que des paratonnerres aient préservé des ravages de la foudre DES BATIMENTS *sur lesquels on les avait établis?*

D'après la manière dont la question vient d'être posée, chacun a déjà deviné que nous essaierons ici de la résoudre par les simples faits et sans recourir en aucune façon aux déductions, du reste, si simples, si directes, si légitimes, qui tout-à-l'heure nous dévoilaient le mode d'action des paratonnerres. Les faits, nous les emprunterons comme on verra à tous les tems et à tous les pays; ils seront nombreux, car c'est par leur nombre qu'ils acquièrent du prix et de l'importance.

Le *temple des Juifs à Jérusalem*, exista depuis le temps de *Salomon*, jusqu'à l'an 70 de *Jésus-Christ*,

ce qui fait un intervalle de plus de 1000 ans. Ce temple, par sa situation, était complétement exposé aux orages très forts et très fréquents de la *Palestine*. Cependant, la *Bible* et *Josèphe* ne disent pas que la foudre l'ait jamais frappé. Si l'on se rappelle avec quel soin les anciens peuples enregistraient les tonnerres qui produisaient quelques dégâts; combien de fois, par exemple, les annales de *Rome* font mention de ceux qui atteignirent le *Capitole* ou d'autres édifices, on ne pourra guère expliquer le silence de l'écriture sainte à ce sujet, qu'en admettant avec l'orientaliste *Michaëlis*, que le temple de *Jérusalem* ne reçut pas *en dix siècles*, un seul coup véritablement foudroyant. Veut-on ajouter à la probabilité de cette conclusion? je rappellerai que le temple, *boisé intérieurement et extérieurement*, aurait certainement pris feu si un fort coup de tonnerre était venu le frapper.

Le fait une fois bien établi, nous devons, à la suite de *Michaëlis* et de *Lichtenberg*, en chercher la cause. Cette cause est très simple:

Par une circonstance fortuite, le temple de *Jérusalem se trouvait armé de paratonnerres* semblables à ceux qu'on emploie aujourd'hui et dont la découverte appartient à *Franklin!*

Le toit du temple, construit à l'italienne et lambrissé en bois de cèdre recouvert d'une dorure épaisse, était garni d'un bout à l'autre de longues lances de fer ou d'acier pointues et dorées. Au dire

de *Josèphe*, l'architecte destinait ces nombreuses pointes à empêcher les oiseaux de se placer sur le toit et d'y laisser tomber leur fiente. Les faces du monument étaient aussi recouvertes dans toute leur étendue, de bois fortement doré. Enfin, sous le parvis du temple existaient des citernes dans lesquelles l'eau des toits se rendait par des tuyaux métalliques. Nous trouvons ici, et les tiges des paratonnerres, et une telle surabondance de conducteurs, que *Lichtenberg* avait toute raison d'assurer que la dixième partie des appareils de nos jours, sont loin d'offrir dans leur construction une réunion de circonstances aussi satisfaisante.

Définitivement, *le temple de Jérusalem* resté intact pendant plus de 1000 ans, peut être cité comme la preuve la plus manifeste de l'efficacité des paratonnerres.

Dans la *Carinthie*, au château du comte *Orsini*, l'église, placée sur une éminence, était si souvent frappée de la foudre, il y arrivait tant d'accidents déplorables qu'on avait fini par ne plus y célébrer le service divin en été. Dans le courant de l'année 1730, un seul coup de foudre détruisit entièrement le clocher. Après qu'il fut rebâti, ce météore continua, terme moyen, à le frapper quatre ou cinq fois par an. Dans ce calcul, je prie bien de le remarquer, on ne tient pas compte des orages extraordinaires pendant lesquels *cinq* et même *dix* coups

foudroyants atteignaient le clocher *dans une seule journée*. Vers le milieu de 1778, à la suite d'un de ces orages le bâtiment menaçant de nouveau ruine, il fut démoli et reconstruit immédiatement après; mais cette fois, on le munit d'un paratonnerre pointu et d'un bon conducteur. En 1783, date de la note de *Lichtenberg* où je puise tous ces détails, c'est-à-dire après une période d'environ *cinq années*, au lieu de *vingt à vingt-cinq coups*, le clocher n'en avait reçu qu'un, et celui-là même était tombé sur la pointe métallique sans produire aucun accident.

Dans le printems de l'année 1750, la foudre tomba sur la tour de l'église hollandaise de *New-York*. De la cloche elle se rendit à l'horloge établie 7 à huit mètres plus bas, en suivant, à travers plusieurs plafonds, le fil métallique à l'aide duquel les rouages mettaient en mouvement le marteau des heures. Tant que le métal ne lui manqua pas, elle ne fit aucun dégât dans la bâtisse; elle n'élargit même pas les trous qui donnaient passage au fil à travers les plafonds, quoique leur diamètre ne fût guère que de 13 millimètres. Jusqu'à quelque distance de sa partie inférieure, le fil n'éprouva d'autre dommage que celui d'être réduit aux deux tiers de son épaisseur primitive. Dans le bas, sa fusion fut complète; mais aussi à partir de là, la foudre s'élança sur les gonds d'une porte voisine, brisa la porte et se dissipa.

En 1763, le tonnerre tomba sur le même clocher avec des *effets identiques*, quoique le fil de communication entre le marteau de la cloche et les rouages de l'horloge, eût été remplacé par une petite chaîne en cuivre.

En 1765, nouvelle explosion. Alors, la tige de la girouette communiquait avec un conducteur en fer, extérieur, continu, et qui descendait jusque dans le sol humide; aussi, la porte et le fil du marteau de l'horloge restèrent cette fois, parfaitement intacts; la bâtisse n'éprouva également aucun dommage.

Depuis sa construction, l'église de *St.-Michel*, à *Charlestown*, était visitée et endommagée par la foudre, *chaque deux ou trois ans*. On se décida à y placer un paratonnerre. En 1774, M. *Henley* apprenait d'Amérique, que durant la période de *quatorze ans* qui s'était écoulée à partir de l'établissement de l'appareil, l'église n'avait plus été frappée.

En 1772, *Toaldo* imprimait que le château *royal de Turin, le Valentino*, n'était plus frappé de la foudre depuis que *Beccaria* avait armé ses principaux pavillons, de tiges métalliques élancées auxquelles aboutissaient des fils pénétrant dans le sol. Avant cette époque, le château était souvent ravagé.

Le clocher de *Saint-Marc*, à *Venise*, dont la cons-

truction date d'une époque très reculée, n'a pas moins de 104 mètres (320 pieds) d'élévation. La seule pyramide qui le surmonte a $27^{m},6$ (85 pieds.) Le tout se termine par un ange en bois recouvert de cuivre, de $3^{m},1$ ($9^{pi},6$) de haut.

La grande élévation de ce clocher, sa position isolée et, par dessus tout, la multitude de pièces de fer qui entrent dans sa construction, l'exposaient fortement à la foudre. Aussi a-t-il été fréquemment frappé. Malheureusement les registres de la ville ne mentionnent pas tous les coups : ils n'ont relaté en général, que ceux qui nécessitèrent de dispendieuses réparations. En voici, au surplus, le tableau :

1388, 7 juin, (point de détails);
1417, —— la pyramide incendiée ;
1489, 12 août, la pyramide réduite de nouveau en cendres ;
1548,... juin (point de détails);
1565, —— (*Idem*);
1653, —— (*Idem*);
1745, 23 avril, grands dégâts. Trente-sept crevasses menaçaient la tour de ruine. La réparation coûta plus de 8 mille ducats.
1761, ——, dégâts peu considérables;
1762, 23 juin, de notables dommages.

Au commencement de l'année 1776, le clocher de Saint-Marc fut armé d'un paratonnerre. Il n'est pas

venu à ma connaissance que depuis cette époque il ait été endommagé par la foudre.

La belle tour de *Sienne* était très souvent foudroyée et, chaque fois, fortement endommagée. A peine fut-elle pourvue, en 1777, d'un paratonnerre, qu'elle reçut le 18 avril une nouvelle décharge. Seulement cette fois le météore ne produisit absolument aucun dégât.

Je lis dans un Mémoire de M. *W.-S. Harris,* qu'il y a en *Devonshire, six* églises surmontées de clochers élevés; que *toutes les six*, dans le court intervalle de quelques années, ont été frappées par la foudre; qu'*une seule* l'a été sans avoir éprouvé de dommage, et que c'est précisément aussi *la seule* qui soit armée d'un paratonnerre.

Genève est fort exposée aux orages et cependant les tours de sa cathédrale, quoiqu'elles soient l'édifice le plus élevé de la ville, quoiqu'elles dominent sur tous les objets placés dans les environs à une grande distance, jouissent depuis plus de deux siècles et demi du privilége de n'être point foudroyées. Au contraire, le clocher, *beaucoup plus bas,* de *Saint-Gervais,* est assez souvent endommagé par le météore.

Saussure cherchait, dès l'année 1771, la cause de cette singulière anomalie, et il la trouvait dans *les*

conducteurs accidentels dont les tours sont munies. La tour du milieu existe depuis près de 300 ans, « et comme elle est toute en bois, dit *Saussure*, elle » a dû toujours être, comme elle l'est encore actuel- » lement, recouverte de fer-blanc de haut en bas ; » or il est aisé de concevoir qu'un volume aussi con- » sidérable de métal a toujours dû faire un excellent » conducteur, et que sa large base communiquant » avec toutes les parties de l'édifice, a pu facilement » rencontrer dans son étendue *quelque matière* qui » achevât la communication. » Ajoutons, pour compléter l'explication de l'illustre physicien, que la communication avec le sol se faisait, à des degrés différents il est vrai, par *toutes les matières*, par toutes les parties de l'édifice, et que le nombre suppléait ainsi à l'intensité. Disons, enfin, que les tuyaux de plomb ou de fer-blanc adaptés depuis plus d'un siècle aux murs du temple et qui conduisent les eaux pluviales sous terre, forment une communication peut-être plus parfaite que celle des barres ordinaires.

La grande colonne de *Londres*, nommée le *Monument*, fut élevée dans l'année 1677, par *Christophe Wren*, en commémoration du grand incendie de cette capitale. Elle a environ 62 mètres (202 pieds anglais) de hauteur, à compter du pavé de *Fish-Street*. Sa partie supérieure se termine par un large bassin de métal, rempli d'un grand nombre de bandes égale-

ment métalliques, plus ou moins contournées, dirigées dans divers sens et qui étant destinées à figurer des flammes, sont *toutes terminées en pointes très aiguës.* Du bassin jusqu'à la galerie, descendent verticalement quatre fortes barres de fer qui servent d'appui aux marches de l'escalier de même métal aboutissant au bassin. Une des quatre barres (elle n'a pas moins, à sa base, de 5 pouces de large sur 1 pouce d'épaisseur) est en communication avec les mains courantes en fer de l'escalier, lesquelles descendent jusqu'au sol. Tout le monde retrouvera ici les pointes multiples de certains paratonnerres, et le conducteur. Je ne sache pas que dans les 160 années qui se sont écoulées depuis 1677, un seul coup de foudre ait frappé le *Monument.*

Le 12 juillet 1770, la foudre tomba simultanément, à *Philadelphie*, sur un *sloop* dépourvu de paratonnerre, sur deux maisons qui étaient dans le même cas, et sur une troisième maison défendue par un de ces appareils. Dans les quatre points la détonation parut épouvantable. Les deux premières maisons et le *sloop* furent gravement endommagés; la maison armée d'un paratonnerre resta parfaitement intacte : on remarqua seulement que la pointe de la tige était fondue dans une assez grande longueur.

En 1813, dans le mois de juin, au port royal de la Jamaïque, le vaisseau *le Norge* et un navire mar-

chand, non munis l'un et l'autre de paratonnerres, furent frappés par la foudre et gravement endommagés. Les autres bâtiments, en grand nombre, que le port renfermait, dont *le Norge* et le navire marchand étaient entourés, n'éprouvèrent aucun dégât : tous ceux-là avaient des paratonnerres.

En janvier 1814, le tonnerre tomba dans le port de *Plymouth*. Des nombreux vaisseaux stationnant dans l'*Hamoase, un seul* FUT FRAPPÉ et endommagé. Ce vaisseau *le Milford*, était aussi *le seul* qui, dans le moment, ne se trouvât pas armé d'un paratonnerre.

En janvier 1830, dans le canal de *Corfou*, trois coups de foudre terribles atteignirent le paratonnerre du vaisseau anglais *l'Etna :* le bâtiment n'en éprouva aucun dommage. Les vaisseaux, *sans paratonnerres, le Madagascar* et *le Mosqueto*, placés non loin de *l'Etna*, furent également frappés : sur ces deux derniers navires, il y eut des dégâts considérables.

Les paratonnerres à tiges élancées et pointues attirent-ils la foudre ?

Je viens de prouver que la foudre ne produit point de dégât dans les bâtiments où elle tombe, quand ces bâtiments se trouvent armés de bons paratonnerres.

Les paratonnerres, pourvu qu'on les multiplie suffisamment, sont des préservatifs à peu près certains. Je ne connais aucun cas où ils se soient montrés inefficaces, sans qu'en même tems des défauts palpables de construction n'aient été immédiatement découverts. Je ne voudrais pas affirmer, cependant, que de très rares exceptions soient *absolument impossibles*. Si l'existence d'une action puissante des barres métalliques et particulièrement des barres pointues, soit sur la matière fulminante renfermée dans les nuages, soit sur cette même matière quand elle s'est déjà échappée à l'état d'éclair en *zig-zag*, ne peut guère donner lieu à des difficultés sérieuses, il n'en est plus ainsi du cas où la matière de la foudre a pris la forme d'un *globe de feu* et paraît s'être assimilée des substances pondérables. Ces cas exceptionnels, au surplus, doivent être si rares qu'ils ne valent pas la peine de nous occuper. Aussi n'est-ce pas de ce côté que les paratonnerres excitent des scrupules; leur propriété préservatrice n'est plus guère niée; seulement on croit qu'à raison du mode d'action qui leur est propre, *ils attirent la foudre;* on prétend qu'une maison pourvue d'un paratonnerre, est plus souvent *foudroyée* que si le paratonnerre n'y était pas!

Cette opinion, *Nollet* la soutenait en 1764; *Wilson* aussi s'en montra le très ardent avocat; or, comme la garantie du *conducteur* ne paraissait pas *infaillible*, la multiplicité des coups, conséquence présumée de l'action de la pointe, devait, suivant ces deux physi-

ciens, anéantir et au-delà les bons effets du conducteur. Voilà comment ils arrivèrent à déclarer que les paratonnerres de *Franklin étaient plus dangereux qu'utiles.*

J'exciterai probablement quelque surprise, si j'affirme qu'il y a des indices assez évidents de l'opinion que les paratonnerres à tiges pointues augmentent le nombre des coups foudroyants, même dans les écrits de partisans les plus déclarés de l'invention de *Franklin;* mais, je le demande, que signifierait, sans cela, ce précepte de *Toaldo :* « à l'égard des ma-
» gasins à poudre, *il convient de se tenir sur la défen-*
» *sive,* de ne pas placer de pointe sur l'édifice et de
» se contenter de mettre toutes les pièces métalliques
» qu'on y remarque, en communication avec le con-
» ducteur ? » Ce préjugé détourne beaucoup de personnes de recourir aux paratonnerres, par un sentiment analogue à celui qui les tiendrait éloignées d'un épais parapet en terre contre lequel seraient incessamment dirigés les impuissants boulets d'une batterie; mais il sera renversé de fond en comble si l'on veut seulement prendre la peine d'examiner avec un peu d'attention, les faits rapportés dans le chapitre précédent.

Que voyons-nous, en effet, dans l'église de *Carinthie? quatre* ou *cinq* coups *par an,* tant que le paratonnerre n'existe pas, et *un coup dans cinq ans* après l'établissement de cet appareil.

Dans l'église de *Charlestown, la diminution* est telle qu'en 14 ans il n'y a pas un seul coup foudroyant,

tandis qu'à en juger par ce qui arrivait avant que le paratonnerre fût construit, on aurait dû en observer 6 ou 7.

Au *Valentino*, les paratonnerres de *Beccaria* font totalement disparaître les coups foudroyants, qui précédemment étaient si communs.

Le *Monument*, à *Londres*, malgré son paratonnerre accidentel, ne paraît pas avoir été foudroyé en 160 ans.

En 1814, dans l'*hamoase* de *Plymouth*, parmi un grand nombre de bâtiments, *un seul est atteint d'un coup foudroyant* et ce bâtiment est le seul aussi qui n'ait pas de paratonnerre.

Voici, enfin, un cas qui nous présentera la nature sur le fait :

Le 21 mai 1831, pendant un très violent orage, le vaisseau *le Caledonia* était à la voile dans la baie de *Plymouth*. De la ville on voyait la foudre *se précipiter* vers la mer à de médiocres distances du vaisseau ; *elle tombait* aussi sur le rivage et y occasionait divers accidents : entouré de tous ces coups foudroyants, *le Caledonia*, armé de ses paratonnerres, n'était jamais atteint, et il naviguait avec la même sécurité que par un ciel serein.

J'ai cité beaucoup de cas, parce qu'en pareille matière rien ne peut suppléer au nombre. Un, deux faits isolés, favorables ou contraires à la thèse que j'avais en vue, auraient été sans importance. La cause de la curieuse influence exercée par les paratonnerres et que nous venons de constater, sera entrevue de tout

le monde, en se reportant aux expériences de *Beccaria* sur le nombre prodigieux d'étincelles que dans des tems orageux les tiges aiguës du *Valentino* enlevaient silencieusement aux nuages. Au surplus, clair ou obscur sous le rapport théorique, le fait n'en est pas moins certain : les paratonnerres, nulle conclusion, ce me semble, ne pourrait clore plus convenablement cette Notice, *les paratonnerres n'ont pas seulement pour effet de rendre les coups foudroyants inoffensifs; par leur influence le nombre de ces coups est, en outre, considérablement réduit.*

Me voilà, enfin, parvenu au terme de la longue carrière que je m'étais imposée, car le désaccord, souvent radical, que je remarque entre les documents qu'il m'a été donné de recueillir concernant les effets du tonnerre sur le corps humain, me force de renvoyer à une autre époque la rédaction définitive d'un chapitre où cette question sera examinée sous toutes ses faces. Il ne me reste plus maintenant qu'à soumettre au public quelques explications sur le *retard* inusité que la publication de cet Annuaire a éprouvé.

D'après la loi qui l'a organisé et d'après son réglement, le Bureau des Longitudes est tenu de faire paraître chaque année la *Connaissance des Tems à l'usage des navigateurs* et *un Annuaire*. La *Connaissance des Tems* a reçu naguère, comme exactitude et

comme étendue, de grandes améliorations. Cependant le Bureau a continué à l'offrir régulièrement, et au moins trois ans d'avance, à la marine militaire et à la marine marchande. Ainsi, le tableau complet des phénomènes astronomiques qui devront guider les navigateurs pendant toute la durée de 1840, a paru le 1er janvier 1838; ainsi la *Connaissance des Tems* de 1841 paraîtra le 1er octobre 1838. Par *Annuaire*, le règlement du Bureau avait entendu la réunion des éléments d'un bon calendrier; c'était, à vrai dire, la *Connaissance des Tems* abrégée ou débarrassée de la multitude de chiffres qui intéressent seulement les navigateurs. Cette interprétation n'est pas de moi; elle appartient aux savants européens qui composèrent le Bureau des Longitudes à l'origine; si elle était erronée, ce serait la faute des *Lagrange*, des *Laplace*, des *Delambre*, des *Lalande*, des *Borda*, des *Bougainville*, des *Fleurieu*, etc. Il faudrait aussi s'en prendre au public, car il a admis pendant 10 ans, qu'*Annuaire* signifiait simplement calendrier, car il a accepté, sans mot dire, en 1797, un *Annuaire* de 40 pages, exclusivement consacré aux phénomènes astronomiques du lever, du coucher des astres, de leur passage au méridien, et à quelques données statistiques; car des *Annuaires* suivants de 1798, de 1799, de 1800, de 1801, de 1802, de 1803, de 1804, de 1805, conçus dans le même esprit, aucun ne dépassait, tout compris, 80 pages. Plus tard, le Bureau des Longitudes

voulut bien m'autoriser à joindre au calendrier proprement dit, diverses tables usuelles accompagnées de courtes explications ; enfin, dans l'espérance de rendre l'*Annuaire* plus utile, je sollicitai et j'obtins la permission d'y traiter avec détail, mais d'une manière élémentaire, plusieurs questions d'astronomie, de météorologie, de physique du globe, de mécanique. Je sais qu'au début on voulut bien me savoir quelque gré des efforts que je faisais pour populariser la science ; mais peu à peu on s'habitua à regarder comme l'accomplissement d'un devoir ce qui, de ma part, n'était qu'une preuve de zèle ; aussi je ne manquai pas de me trouver en butte aux plus étranges réclamations. Quand j'avais choisi un sujet d'astronomie, on aurait préféré de la météorologie ; la météorologie venait l'année suivante, et alors c'était de l'astronomie qu'on désirait. Je méritais, disait-on, des éloges pour avoir réclamé la part brillante qui revient à la France dans l'admirable invention des machines et des bateaux à vapeur, et cependant, à tout prendre, j'eusse dû faire insérer mon plaidoyer dans quelque recueil technologique, et non dans l'*Annuaire d'un Bureau des Longitudes !* Ces pauvres *Notices*, enfin, on les soumettait, je n'exagère pas, à des mesures cadastrales : dès qu'une d'elles renfermait un peu moins de lignes que celle de l'année précédente, je faisais tort aux acheteurs, reproche d'autant plus singulier que le manuscrit est

fourni gratuitement au libraire, et qu'aucun membre du Bureau n'est jamais intervenu dans des arrangements relatifs à la vente de l'*Annuaire*, qu'à raison de l'obligation imposée tous les ans à M. *Bachelier*, de n'en pas élever le prix au-delà d'*un franc*.

Avec tous ces antécédents, il ne fallait pas une grande prévoyance, pour deviner que si jamais une maladie m'empêchait de rédiger à tems la Notice annuelle, je serais peu ménagé. Mes prévisions, toutefois, ont été de beaucoup dépassées : je m'étais résigné d'avance à des réclamations plus ou moins vives, mais je ne m'attendais pas aux outrages, aux lettres anonymes grossières dont j'ai été assailli dès qu'on a vu chez le libraire, *au commencement de janvier*, que l'*Annuaire* paraissait cette année avec le calendrier et les tables seulement, je veux dire, comme jadis le Bureau des Longitudes le publia pendant dix années consécutives, sans exciter aucune réclamation. Il y avait plusieurs partis à prendre : le premier, et certainement le meilleur, eût été de dédaigner ces clameurs, anonymes ou autres ; de constater catégoriquement par-là, qu'en devenant académicien ou directeur de l'Observatoire, je n'avais pas contracté l'obligation de parler à jour nommé ; que jamais je ne fus assez imprudent pour m'engager à trouver chaque année un sujet de dissertation scientifique digne d'intérêt ; eh bien ! c'est tout le contraire que j'ai fait : malgré ma mauvaise santé, dès qu'il m'est revenu que des personnes respec-

tables, mal instruites sans doute des obligations du Bureau des Longitudes, croyaient également avoir le droit de se plaindre, je me suis mis à l'œuvre et j'ai écrit aussi rapidement que je l'ai pu cette longue *Notice sur le Tonnerre*. Elle portera, je le crains, plus d'une trace de précipitation, mais personne du moins ne pourra refuser d'y voir la preuve de ma profonde déférence pour le public.

Je préviens les personnes qui ont acheté l'*Annuaire* de 1838 sans Additions, que M. *Bachelier* leur fournira gratis la *Notice sur le Tonnerre*. Cet avis pourra quelque peu contrarier ceux qui ont dit si souvent, qui ont si souvent imprimé, qui criaient sur les toits et à toute occasion : l'*Annuaire ne paraît pas!* mais en vérité que puis-je y faire?

ÉPHÉMÉRIDE, *pour* 1838, *de la Comète à courte période, dite Comète de Pons ou d'Encke.*

Dates.	Noms des constellations où la Comète se trouvera.
20 septembre..	*Persée*, près de la tête de *Méduse*.
25 *Id.*	*Persée.*
1er octobre....	*Andromède.*
10 *Id.*	*Id.*
15 *Id.*	*Cassiopée.*
20 *Id.*	*Id.*
25 *Id.*	*Céphée.*
30 *Id.*	*Id.*
1er novembre...	*Dragon.*
5 *Id.*	*Sur la limite du Dragon et d'Hercule.*
10 *Id.*	*Hercule.*
15 *Id.*	*Id.*
20 *Id.*	*Id.*
25 *Id.*	*Serpent.*
1er décembre...	*Id.*
10 *Id.*	*Id.*
20 *Id.*	*Id., sur la limite du Scorpion.*
25 *Id.*	*Id.*
29 *Id.*	*Ophiucus.*
1er janvier 1839.	*Sagittaire.*

La comète atteindra son *périhélie*, c'est-à-dire le

point de l'orbite où sa distance au Soleil est la moindre, le 18 décembre 1838 ;

Le 7 novembre est le jour où elle se trouvera le plus près de la Terre.

Cette moindre distance de la comète à la Terre, sera les $\frac{22}{100}$ de la distance moyenne de la Terre au Soleil ; on peut donc la porter à $8\frac{1}{2}$ millions de lieues.

LISTE

Des Membres qui composent le Bureau des Longitudes.

GÉOMÈTRES.

Poisson (C. ✠), à la Sorbonne.

Le Baron de Prony (C. ✠), École des Ponts-et-Chaussées, rue Hillerin-Bertin, n° 10.

ASTRONOMES.

Bouvard (O. ✠), à l'Observatoire Royal.

Lefrançais de Lalande (✠), rue de Condé, n° 9.

Arago (C. ✠), à l'Observatoire Royal.

Biot (O. ✠), au Collége de France.

ANCIENS NAVIGATEURS.

De Freycinet (O. ✠), rue Godot de Mauroy, n° 18.

Le Baron Roussin, vice-amiral (G.-C. ✠), rue du Marché-d'Aguesseau, n° 4.

GÉOGRAPHE.

Beautemps-Beaupré (o. ✠), rue de l'Université, n° 13.

ARTISTE.

Lerebours (✠), place du Pont-Neuf, n° 13.

ASTRONOMES ADJOINTS.

Mathieu (✠), à l'Observatoire Royal.

Le Baron Damoiseau (✠), à Issy, près de Paris.

Savary (✠), à l'Observatoire Royal.

Largeteau (✠), rue de Seine, n° 79.

ARTISTE ADJOINT.

Gambey (✠), rue Pierre-Levée, n° 17. (F. du Temple.)

TABLE DES MATIÈRES.

Pages.

AVERTISSEMENT..... 3
Signes et Abréviations dont on se sert dans l'Annuaire..... 4
Articles principaux pour l'an 1838..... 5
Éclipses de 1838..... 6
Commencement des quatre saisons; entrée du Soleil dans les signes du zodiaque..... 7
Annuaire..... 8
Sur les plus grandes marées de chaque année. 32
Tables des plus grandes marées pour 1838, par M. *Largeteau*..... 34
Tableau des Apogées et Périgées de la Lune pour 1838..... 38
Calcul de l'heure de la pleine mer..... 39
Tables I et II..... 44
Table III. Heures de la pleine mer dans les principaux ports des côtes de l'Europe, les jours de la nouvelle et de la pleine Lune... 45
Nouvelles mesures..... 47
Monnaies décimales de France..... 49
Tableau du poids des pièces de monnaie et de leur diamètre..... 53
Réduction des toises, pieds, pouces en mètres et décimales du mètre..... 57
Réduction des lignes en millimètres et des millimètres en lignes..... 58

Pages.

Réduction des centimètres et des décimètres en pieds, pouces et lignes 59
Réduction des mètres en toises, et en toises, pieds, pouces, lignes et décimales de la ligne..... 60
Réduction des mètres en pieds, pouces, lignes et décimales de la ligne..... 61
Réduction des toises carrées et cubes en mètres carrés et cubes, et des mètres carrés et cubes en toises carrées et cubes..... 62
Réduction des pieds carrés et cubes en mètres carrés et cubes, et des mètres carrés et cubes en pieds carrés et cubes..... 63
Mesures agraires..... 64
Réduction des arpents en hectares, et des hectares en arpents..... 65
Conversion des anciens poids en nouveaux... 66
Conversion des nouveaux poids en anciens.... 67
Valeur des kilogrammes en livres..... *ibid.*
Réduction des kilogrammes en livres et décimales de la livre..... 68
Réduction des grammes et décigramm. en grains *ibid.*
Réduction des hectolitres en setiers, et des setiers en hectolitres..... 69
Mesures anglaises comparées aux mesures françaises..... 70
Évaluations en mesures françaises, des principales mesures linéaires étrangères, à l'usage du commerce, recueillies par M. de Prony... 72

Pages.
Réduction en millim. des mesures barométriques exprimées en pouces anglais et français. 75
Comparaison des thermomètres de Fahrenheit et centigrade..... 76
Valeur au pair des monnaies..... 77
Valeurs en francs des monnaies et des matières d'or et d'argent..... 82
Consommations de la ville de Paris, pendant l'année 1837..... 118
Mouvement de la population de la ville de Paris, pendant l'année 1837..... 120
Décès par âges, par suite de la petite-vérole, pour l'année 1837..... 123
Décès par âges, en 1837..... 124
Mouvement de la population du Royaume de France, pendant l'année 1836..... 128
Observations relatives au nombre de naissances des deux sexes..... 136
Sur le mouvement annuel de la population en France, par M. Mathieu..... 138
Mouvement moyen annuel..... 141
Rapports des éléments annuels de la population. 142
Tableau de la population du Royaume, d'après l'ordonnance du 30 décembre 1836..... 143
Table des superficies des départements français évaluées en kilom. carrés, par M. de Prony. 160
Table des populations spécifiques des départements français, par le même..... 166
Table des populations spécifiques des départe-

Pages.

ments français, et des rapports de chacune d'elles avec la population spécifique de la France entière, par le même..... 173
Tables de la mortalité et de la popula t. en France. 176
Loi de la mortalité en France..... 182
Loi de la population en France pour un million de naissances annuelles..... 183
Loi de la population en France pour dix millions d'habitants..... 184
Lois de la mortalité en France pour des têtes choisies, suivant Deparcieux..... 185
Loi de la mortalité dans la ville de Northampton. 186
Loi de la mortalité dans la ville de Carlisle.... 187
Hauteurs des principales montagnes du globe. 188
Hauteurs de quelques lieux habités du globe... 191
Pesanteurs spécifiques des gaz..... 194
Pesanteurs spécifiques des liquides et des solides. 195
Table des dilatations linéaires qu'éprouvent différentes substances par l'action de la chaleur. 199
Tables pour calculer la hauteur des montagnes, d'après les observations barométriques..... 200
Table des principaux éléments du système solaire 212
Table de corrections pour calculer les levers et couchers du soleil dans les lieux compris entre 43 et 51 degrés de latitude boréale..... 214
Tableau contenant les latitudes des chefs-lieux des départements français..... 216

NOTICES SCIENTIFIQUES ;

PAR M. ARAGO.

SUR LE TONNERRE.

Définitions 225
§ (A.) — Caractères extérieurs des nuages orageux. 227
§ (B). — La foudre s'élabore et se manifeste quelquefois, dans des nuages dont la nature semble toute différente de celle des nuages atmosphériques ordinaires..... 236
§ (C). — De la hauteur des nuages orageux.. 241
§ (D). — Des différentes espèces d'éclairs; éclairs en sillons minces et arrêtés sur les bords, simples ou multiples; éclairs à larges surfaces; *éclairs en boule*..... 249
§ (E). — Les éclairs s'échappent quelquefois des nuages par leur surface supérieure et se propagent dans l'atmosphère de bas en haut. 266
§ (F). — Quelle est la durée d'un éclair de la première ou de la seconde classe?..... 267
§ (G). — Des nuages orageux sont-ils jamais lumineux d'une manière continue?..... 279
§ (H). — Du tonnerre proprement dit, ou du bruit que fait entendre la foudre quand elle s'échappe des nuages..... 286
§ (I). — Fait-il des éclairs sans tonnerre par

Pages.
un ciel parfaitement serein..... 294
§ (J). — Y a-t-il jamais des tonnerres sans éclairs?..... *Ibid.*
§ (K). — Y a-t-il jamais, *par un tems couvert*, des éclairs sans tonnerre?..... ... 295
§ (L). — Tonne-t-il jamais par un tems parfaitement serein?..... 298
§ (M). — La foudre développe par son action dans les lieux où elle éclate, souvent de la fumée, presque toujours une forte odeur qui a été comparée à celle du soufre enflammé.. 300
§ (N). — Des modifications chimiques que la foudre fait subir à l'air atmosphérique..... 303
§ (O). — La foudre opère souvent la fusion des pièces de métal qu'elle va frapper..... 305
§ (P). — La foudre raccourcit les fils métalliques à travers lesquels elle passe, lorsque sa puissance n'est pas assez grande pour en déterminer la fusion..... 320
§ (Q). — La foudre met quelquefois en fusion certaines substances terreuses et les vitrifie instantanément 321
§ (R). — La foudre perce quelquefois de plusieurs trous les corps qu'elle frappe..... 334
§ (S). — Phénomènes de transport produits par la foudre..... 336
§ (T). — La foudre, quand elle éclate près d'une aiguille de boussole, en altère le magnétisme, le détruit entièrement, ou ren-

Pages.

verse les pôles. Dans les mêmes circonstances, elle peut communiquer une aimantation plus ou moins forte à des barres de fer ou d'acier qui, auparavant, n'en offraient aucune trace..... 340

§ (U). — La foudre, dans sa marche si rapide, obéit à des actions dépendantes des corps terrestres près desquels elle éclate..... 347

§ (V). — La foudre se porte de préférence sur les métaux, lorsqu'il en existe, soit à découvert, soit cachés, dans le voisinage des lieux vers lesquels elle tombe directement, ou près de ceux où sa course serpentante l'amène ensuite.

La foudre ne produit de dégâts notables qu'à son entrée dans les masses métalliques ou au moment de sa sortie..... 348

§ (X). Lorsque l'atmosphère est orageuse il y a, dans les entrailles de la terre, à la surface ou au sein des eaux, de grandes perturbations..... 359

§ (Y). — L'état exceptionnel dans lequel les orages atmosphériques placent la partie solide du globe, se manifeste quelquefois par des détonations foudroyantes qui, SANS AUCUNE APPARENCE LUMINEUSE, produisent cependant les mêmes effets que la foudre proprement dite..... 365

§ (Z). — L'état particulier qu'un orage atmos-

Pages.

phérique communique au globe par son influence, se manifeste quelquefois par de brillants, par de larges phénomènes de lumière dont la terre est d'abord le siége et qui disparaissent à la suite d'une explosion, soit sur place, soit après un déplacement plus ou moins etendu et plus ou moins vif..... 369

§ (AA). — Outre les larges et détonants phénomènes dont il a été question dans le § (Z) et qui apparaissent quelquefois à la surface du globe, il se montre souvent, en tems d'orage, des lumières vives et légèrement sifflantes, aux parties les plus saillantes des corps terrestres..... 375

§ (BB). — Pendant de grands orages, les gouttes de pluie, les flocons de neige, les grêlons, produisent de la lumière en arrivant à terre, ou même en s'entrechoquant..... 382

§ (CC). — Y a-t-il des lieux où il ne tonne jamais?

Quels sont les lieux où il tonne le plus?

Tonne-t il aujourd'hui aussi souvent que dans les siècles passés?

Des circonstances locales influent-elles sur la fréquence de ce phénomène?

Tonne-t-il tout autant en pleine mer qu'au milieu des continents?

Quelle est de nos jours, quant à la fré-

Pages.

quence, la distribution géographique des orages?..... 386

§ (DD). — Dans quelles saisons les coups de tonnerre foudroyants sont-ils le plus fréquents et le plus dangereux ?..... 415

Explications, remarques et rapprochements concernant les observations précédentes.... 420

Éclairs..... 422

Du tonnerre ordinaire, de l'intervalle qui le sépare de l'éclair, de son roulement, de ses éclats, des plus grandes distances auxquelles on l'entende, du tonnerre des jours sereins, de la longueur des éclairs..... 437

Odeurs développées par les coups de foudre.. 460

Des fusions, des vitrifications instantanées, et des trous multiples résultats de coups de foudre..... 461

Transports de matière opérés par la foudre... 463

Des dangers que fait courir la foudre. Des moyens qu'on a imaginés a diverses époques pour s'en garantir. et, en particulier, des paratonnerres.

Les dangers que fait courir la foudre sont-ils assez grands pour mériter qu'on s'en occupe..... 473

Des moyens de se garantir de la foudre.

Des moyens que les hommes ont crus propres à les mettre personnellement à l'abri de

Pages
la foudre..... 490
S'expose-t-on à être foudroyé quand on court pendant des tems orageux..... 513
Les nuages d'où les éclairs et le tonnerre s'échappent incessamment, sont-ils constitués, comme quelques physiciens le supposent, de telle sorte qu'il y ait danger de mort à les traverser?..... 517
Est-on frappé de la foudre avant de voir l'éclair?..... 521
Des moyens à l'aide desquels on a prétendu mettre LES ÉDIFICES à l'abri des atteintes de la foudre..... 524
Des moyens à l'aide desquels on a prétendu préserver de la foudre *des villes entières, et même de grandes étendues de pays*..... 528
Effets des grands feux allumés en plein air. 530
Du bruit du canon considéré comme moyen de dissiper les orages..... 533
Est-il utile ou dangereux de sonner les cloches en tems d'orage..... 541
DES PARATONNERRES MODERNES..... 549
De la sphère d'action des paratonnerres.. 571
Les paratonnerres implantés horizontalement ou dans des directions très inclinées sur l'entablement des édifices, sont-ils utiles? 578
De la meilleure forme et des meilleures dispositions à donner aux diverses parties dont un paratonnerre se compose.

Pages.

De la pointe..... 582

Du conducteur..... 585

Est-il prouvé, en fait, que des paratonnerres aient préservé des ravages de la foudre des bâtiments sur lesquels on les avait établis. 601

Les paratonnerres à tiges élancées et pointues attirent-ils la foudre..... 610

Sur le retard inusité que la *publication des Notices scientifiques* a éprouvé cette année... 614

Avis aux personnes qui ont acheté l'Annuaire de 1838 sans additions..... . 618

Éphéméride de la comète à courte période (dite comète de *Pons* ou d'*Encke*)..... 619

Liste des membres composant le Bureau des Longitudes..... 621

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

Errata.

Page 165, *Table des superficies des départements,* Ligne de Vaucluse, *au lieu* de 2345,60, *lisez* 3473,77;

Page 173, *Table des populations spécifiques,* etc.

Supprimez la ligne de Vaucluse, dans l'endroit où elle se trouve, et placez-la entre les lignes de la Sarthe et de l'Aisne, avec les nombres qui suivent :

Vaucluse..... | 68,834 | 1,14174 ||

P
Alman
F

12575

France.Longitudes,Bureau des
Annuaire.

1838

University of Toronto
Library

DO NOT
REMOVE
THE
CARD
FROM
THIS
POCKET